

2006 届研究生硕士学位论文

学校代码: 10269

学 号: YS03241036

華東師範大學

射频识别技术 (RFID) 应用研究

院 系: 信息学院计算机系

专 业: 计算机应用技术

研 究 方 向: 嵌入式系统

指 导 教 师: 潘荫荣 教授

硕士研究生: 陈冬萍

2006 年 03 月完成

摘 要

射频识别(RFID, Radio Frequency Identification)是一种利用无线射频方式在阅读器和应答器之间进行非接触双向数据传输,以达到目标识别和数据交换目的的新技术。因为具有非接触、工作距离长、适于恶劣环境、可识别运动目标等优点,射频识别技术已被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域。中国政府和国内企业已开始实施 RFID 技术和项目。RFID ISO18000 国家标准制定已于 2005 年 9 月正式批准立项。换发的第二代居民身份证就是采用 RFID 技术的。上海已经开发出基于 RFID 技术的集装箱运输、特种设备和燃气钢瓶的管理和物流跟踪系统等。未来几年,RFID 在我国每年将有十几亿元以上产值的需求,加快研发具有自主知识产权并与国际兼容的 RFID 技术已是当务之急。

本论文基于上述研究背景,首先介绍了 RFID 技术的内涵,它的发展、应用及标准化状况;研究了 RFID 技术的基本作用原理和相关理论,如数字编码、数字调制、阅读器对应答器的能量供应、阅读器和应答器的数据传输、数据完整性和安全性等,对 RFID 应用系统的原理也进行了详细的研讨。

本论文针对一种型号为 TN95P1311 的无源 RFID 芯片,设计成功了一个可供实用的电子标签阅读器。该 RFID 芯片使用的频率为 13.56MHz,阅读器通过 USB 接口和主机通讯。实验结果表明:该阅读器性能稳定、容易扩展,可以作为如何设计 RFID 阅读器和某些应用的参考实例。

本论文还针对“RFID 药品有声查询管理系统”项目,给出了一个具体的解决方案和试验性样机。该药品有声查询管理系统是一个便携式设备,通过 USB 接口与 PC 机通讯,主要用于对药品的查询检测。该设备还采用了音频技术,对药品查询提供语音提示。整个系统具有简洁、便利、成本低等特点,如果对其中的音频、Flash 存储部分进行再改进,可以获得更高的性能,可运用在其它更多的场合。

本论文采用理论和实践相结合、软件开发和硬件制作相结合的研究方法,在研究 RFID 技术基础理论和应用特点后,根据现有条件,设计了 RFID 系统的阅读器,并实际开发了一个 RFID 的应用系统。阅读器样机实验结果表明,本设计已达到实用要求且具有很大的灵活性,易于实现功能上的扩展,可以作为 RFID 技术设计和应用的一个参考。

本文中作者的主要贡献是:

1. 根据 RFID 技术的最新使用和发展现状,着重对 RFID 应用系统的设计方法进行了详细的研讨。
2. 针对 TN95P1311 型号的电子标签,自行设计和研制了一个可供实用的 USB 接口的 RFID 阅读器,并对实验结果进行了分析总结。
3. 提出了一个“RFID 药品有声查询管理系统”的应用解决方案,并做成了一个实验性样机设备,把 RFID 技术应用于医药管理领域。在该系统中首次提出把 RFID 技术和音频技术相结合,运用到药品管理中,以避免发错药品,确保了消费者的用药安全。到目前为止,尚未在相关文献中查阅到有关 RFID 与语音提示结合的医药管理系统的设计和类似产品。

关键词：射频识别，阅读器，应答器，电子标签，药品查询

Abstract

RFID(Radio Frequency Identification) is an automatic identification technology, with which data can be duplex transported contactlessly between reader and tag. Because of its many advantages such as contactless, long working distance, suitable for bad environment, efficient recognizing ability, RFID is rapidly spreading in industry, commerce, and traffic transport management fields etc. Chinese government and enterprises have started to research RFID technology, and some RFID projects have been put in practice. The national standard drawing of RFID ISO 18000 has begun in September 2005. RFID technology is also adopted in our second generation identification card. Systems based on RFID such as container shipment, management of special equipments and gas bottles, object track in material circulation field have been developed in Shanghai. It is necessary to rapidly reach RFID technology with own intelligent property and compatible with international standard, for our country will need accounted to billions of RFID in near future.

Based on above background, RFID technology, its development and application and situation of its standard will be firstly introduced in this paper. Secondly the author will research RFID's basic theory and working principle, including digital encoding, digital modulating, energy supplying for the tag from the reader, the data transmission between reader and tag, data integrity and security etc. A detailed discussion and study for the principle of RFID's application system is given in this paper.

The author successfully designed a practicable RFID reader for the TN95P1311 tag. This tag is a passive tag, and its working frequency is 13.56 MHz. The reader can communicate with PC via the USB interface. The experiment indicates the reader is stabile; expanding and can be a reference model for the reader design.

A detailed resolution is given for the project of 'The Sound RFID System for Medicine Inquiry and Management'. This is a portable equipment, can communicate with PC and its primary purpose is inquiry and management for medicine. In this system RFID technology is used for medicine recognizing and the audio technology is used for sound indication. The sample machine is simple, convenient and low cost. If the audio part and flash memory is improved, higher performance can be achieved and the system can be used for more application.

Combing software with hardware is one feature of this paper. Combing theory with practice is another. The author's contribution is concluded as follows:

1. According to the use and development situation of RFID technology, the author emphasized on the design method of RFID application system and gave a detailed discussion and research for it.
2. The author designed a practicable RFID reader with USB interface for the TN95P1311 tag, also analyzed and summarized the experiment's result.
3. A new design resolution for 'The Sound RFID System for Medicine Inquiry and Management' is given in this paper. The RFID technology is applied in the field

of medicine management in this paper. The author firstly quoted Combing RFID with audio technology for avoiding making mistakes when distributing medicine. Similar design and product have not been found in related literatures so far.

Keywords: RFID, reader, responder, tag, medicine inquiry

学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是我在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确说明并表示谢意。

作者签名：陈冬琴 日期：2006.3.14

学位论文授权使用声明

本人完全了解华东师范大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或其指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅。有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

学位论文作者签名：陈冬琴

导师签名：潘翰章

日期：2006.3.14

日期：2006.3.14

第一章 绪论

RFID 是射频识别技术的英文(Radio Frequency Identification)缩写。射频识别技术是 20 世纪 90 年代开始兴起的一种自动识别技术。该技术在世界范围内正被广泛的应用,而在我国起步较晚,与先进国家相比存在很大的差距。2004 年 1 月份,全球最大零售商沃尔玛公司向供应商发出通告,要求从 2005 年 1 月 1 日起,所有出口到美国的商品集装箱托盘都必须使用电子标签,而我国这项技术还处在研发阶段,研究和发发展射频识别技术及其应用刻不容缓,任务紧迫。^[1]

目前,我国的射频识别技术及应用处于初级发展阶段,许多标准规范尚不完整,但是政府和许多国内企业已经开始重视,并开始实施 RFID 技术和项目,如 RFID ISO18000 国家标准的制定已正式批准立项。射频识别技术在我国拥有广阔的发展前景和巨大的市场潜力。相对与条码技术而言,射频识别技术的发展和应用的推广将是我国自动识别行业的一场技术革命。

1.1 射频识别技术简介

20世纪80年代,由于大规模集成电路技术的成熟,射频识别系统的体积大大缩小,使得射频识别技术进入实用化的阶段,成为一种成熟的自动识别技术。

射频识别技术利用射频方式进行非接触双向通信,以达到识别并交换数据的目的。它与同期或早期的接触式识别技术不同。RFID系统的应答器(又称电子标签或射频卡)和阅读器(如有写入功能,也可以称读写器)之间不用接触就可完成识别,因此它可在更广泛的场合中应用。

典型的射频识别系统包括应答器和阅读器两部分。

应答器是将几个主要模块集成到一块芯片中,完成与阅读器的通信。芯片上有EEPROM用来储存识别码或其它数据。EEPROM 容量从几比特到几万比特。芯片外围仅需连接天线(有的还可能需要安装电池),可以作为人员的身份识别卡或货物的标识卡。卡封装可以有不同形式,比如常见的信用卡及小圆片的形式等。与条码磁卡、IC卡等同期或早期的识别技术相比,射频卡具有非接触、工作距离长、适于恶劣环境、可识别运动目标等优点。

在多数RFID系统中,阅读器在一个区域内发射电磁波(区域大小取决于工作频率和天线尺寸)。应答器卡片内有一个LC谐振电路,其频率与阅读器发射的频率相同。当应答器经过这个区域时,在电磁波的激励下,LC谐振电路产生共振,从而使电容内有了电荷。在这个电容的另一端,接有一个单向导通的电子泵,将电容内的电荷送到另一个电容内储存。当所积累的电荷达到2 V 时,此电容可作

为电源为其它电路提供工作电压,将卡内数据发射出去或用其它方式与阅读器交换数据。阅读器接收到卡的数据后,解码并进行错误校验来确定数据的有效性,然后,通过RS232、RS422、RS485、USB或无线方式将数据传送到计算机网络。简单的RFID产品就是一种非接触的IC卡,而复杂的RFID产品能和外部传感器接口连接来测量、记录不同的参数,甚至可与GPS系统连接来跟踪物体。^[2]

工作原理如图 1.1 所示。

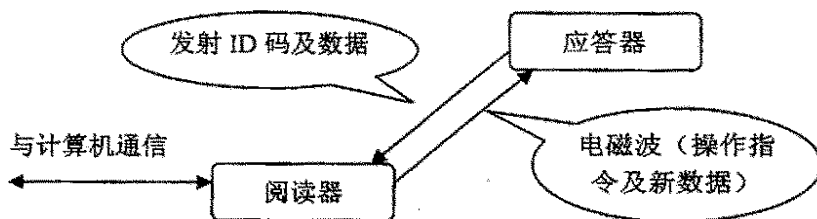


图 1.1 RFID 工作原理图

射频识别技术可以根据工作频率的不同可分为低频和高频系统;根据射频卡的不同可分成可读写(RW)卡一次写入、多次读出(WORM)卡和只读(RO)卡三种;根据射频卡有没有电池可以分成有源及无源两种;根据调制方式的不同又可分为主动式和被动式;还可以根据不同耦合程度分成如下三类:^[3]

1. 密耦合

具有很小作用距离的射频识别系统,典型的作用距离范围从0到1cm,人们把这种系统称作密耦合系统,即紧密耦合系统。必须把应答器插入阅读器中或者放置在阅读器为此设定的表面上。

密耦合系统可以用介于直流和30MHz交流之间的任意频率进行工作,因为应答器工作时不必发射电磁波。数据载体与阅读器之间的紧密耦合能够提供较大的能量,甚至可供电流消耗较大的微处理器进行工作。密耦合系统应用于安全要求较高,但不要求作用距离的设备中。例如:电子门锁系统或带有计数功能的非接触IC卡系统。目前,密耦合应答器只作为ID-1格式的非接触IC卡使用。ID-1格式要求卡的尺寸为:宽85.60mm(最大85.72mm、最小85.47mm),高53.98mm(最大54.03mm、最小53.92mm),厚0.76mm(公差为±0.08mm)。

2. 遥耦合

把写和读的作用距离增至1m的系统称遥耦合系统。所有遥耦合系统在阅读器和应答器之间都是电感(磁)耦合。因此,人们也把这些系统称为电感无线电装置。所有出售的射频识别系统的90-95%都属于电感(磁)耦合系统。遥耦和系统又可分为近耦和系统和疏耦和系统,他们各自采用的ISO(International Standard Organization)标准也不一样(见图1.2)。

作为发送频率,使用135kHz以下的频率,或使用6.75MHz、13.56MHz以及

27.125MHz 频率。按应答器到阅读器的距离来说,通过电感耦合可传输的能量是很小的,以致往往只使用耗电很小的只读数据载体。使用微处理器应答器的高档系统也属于电感耦合系统的范围之内。

3. 远距离系统

远距离系统典型的作用距离是从 1m 到 10m,个别的系统也有更远的作用距离。所有远距离系统都是在微波范围内用电磁波工作的,发送频率通常为 2.45GHz,众所周知,也有些系统使用的频率为 915MHz (在欧洲是不允许的),5.8GHz 和 24.125GHz。

使微型芯片进行工作,要对应答器供应足够的能量,光靠传输的能量是绝对不够用的。因此,远距离系统(从表面波应答器来看)具有一个辅助电池。这个辅助电池并不是为应答器和阅读器之间的数据传输提供能量的,而是只给微型芯片提供能量,为读/写存储数据服务的。

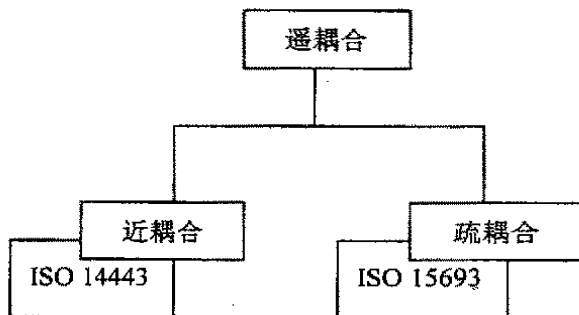


图 1.2 对于非接触 IC 卡来说,近耦合(典型距离为 15cm)与疏耦合(大约距离为 1m)是有区别的

1.2 射频识别技术在国内外的的发展状况

射频识别技术的发展,一方面受到应用需求的驱动,另一方面射频识别技术的成功应用反过来又将极大地促进应用需求的扩展。从技术角度说,射频识别技术的发展体现在若干关键技术的突破。从应用角度来说,射频识别技术的发展目的在于不断满足日益增涨的应用需求。

射频识别技术的发展得益于多项技术的综合发展。所涉及的关键技术大致包括:芯片技术、天线技术、无线收发技术、数据变换与编码技术、电磁传播特性。

随着技术的不断进步,射频识别产品的种类将越来越丰富,应用也越来越广泛。可以预计,在未来的几年中,射频识别技术将持续保持高速发展的势头。射频识别技术的发展将会在应答器(射频标签)、阅读器、系统种类等方面取得新进展。

在应答器方面, 应答器芯片所需的功耗更低, 无源、半无源技术更趋成熟。其作用距离将更远, 无线可读写性能也将更加完善, 并且能够适合高速移动物品识别, 识别速度也将更加快, 具有快速多标签读写功能。与此同时, 在强场下的自保护功能也会更加完善、智能性更强, 成本更低。在读写器方面, 多功能阅读器, 包括与条码识别集成、无线数据传输、脱机工作等功能将被更多的应用。同时, 多种数据接口包括 RS232, RS422 / 485, USB, 红外, 以太网口也将得到应用。而阅读器将实现多制式多频段兼容, 能够兼容读写多种应答器类型和多个频段应答器。阅读器会朝着小型化、便携式、嵌入式、模块化方向发展, 成本将更加低廉, 应用范围更加广泛。在系统方面, 低频近距离系统将具有更高的智能、安全特性; 高频远距离系统性能将更加完善, 成本更低。而 2.45GHz 和 5.8GHz 系统将更加完善。

总之, 射频识别技术未来的发展中, 在结合其它高新技术, 比如 GPS、生物识别等技术, 由单一识别向多功能识别方向发展的同时, 将结合现代通信及计算机技术, 实现跨地区、跨行业应用。

射频识别技术在国外发展非常迅速, 射频识别产品种类繁多。在北美、欧洲、大洋洲、亚太地区及非洲南部, 射频识别技术被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域: 汽车、火车等交通监控; 高速公路自动收费系统; 停车场管理系统; 物品管理; 流水线生产自动化; 安全出入检查; 仓储管理; 动物管理; 车辆防盗等。而在我国, 由于射频识别技术起步较晚, 应用的领域不是很广, 除了在中国铁路应用的车号自动识别系统外, 主要应用仅限于射频卡。^[1]

• **车辆自动识别方面:** 早在 1995 年北美铁路系统就采用了射频识别技术的车号自动识别标准, 在北美 150 万辆货车、1400 个地点安装了射频识别装置。近年来, 澳大利亚开发了用于矿山车辆的识别和管理的射频识别系统。

• **高速公路收费及智能交通方面:** 香港“驾易通”采用的就是射频识别技术。装有射频标签的汽车能被自动识别, 无须停车缴费, 大大提高了行车速度和效率。虽然我国很多地区高速公路都采用了射频卡, 但是大部分还是应用人工停车收费的方式。最近, 锦山的一条高速公路上应用了射频卡自动收费, 但是与香港“驾易通”相比, 差距显而易见。利用射频识别技术的不停车高速公路自动收费系统是将来的发展方向, 人工收费包括 IC 卡的停车收费方式也终将被淘汰。

• **货物的跟踪、管理及监控方面:** 澳大利亚和英国的西思罗机场将射频识别技术应用于旅客行李管理中, 大大提高了分拣效率, 降低了出错率。在几年前, 欧共体就要求从 1997 年开始生产的新车型必须具有基于射频识别技术的防盗系统。而我国铁路行包自动追踪管理系统还只是在计划推广之中, 真正应用还要假

以时日。

•**射频卡应用方面**：1996 年 1 月韩国就在汉城的 600 辆公共汽车上安装射频识别系统用于电子月票，实现了非现金结算，方便了市民出行。而德国汉莎航空公司则开始试用射频卡作为飞机票，改变了传统的机票购销方式，简化了机场人关的手续。在我国，射频卡主要应用于公共交通、地铁、校园、社会保障等方面。上海、深圳、北京等地陆续采用了射频公交卡。在未来的一、两年，我国射频卡应用最大的项目将是第二代公民身份证。

•**生产线的自动化及过程控制方面**：德国 BMW 公司为保证汽车在流水线各位置准确的完成装配任务，将射频识别系统应用在汽车装配线上。而 Motorola 公司则采用了射频识别技术的自动识别工序控制系统，满足了半导体生产对于环境的特殊要求，同时提高了生产效率。在动物的跟踪及管理方面，许多发达国家采用射频识别技术，通过对牲畜个别识别，保证牲畜大规模疾病爆发期间对感染者的有效跟踪及对未感染者进行隔离控制。而在生产线的自动化及过程控制以及动物的跟踪及管理方面，我们离国际水平的差距就更大，甚至在有些方面根本就没有应用。

目前，RFID 在中国的应用普遍是基于中频以及低频的应用，如二代身份证、车辆管理、票证管理、门禁管理等领域的应用，高频 RFID 在我国应用较少，目前主要在政府一些部门应用试点。其中最典型的应用案例就是铁道部的车辆调度系统 (ATIS) 和海关的自动验放系统。此外高频 RFID 在我国其他行业和企业供应链管理中也有一些试点应用。如：上汽集团将 RFID 应用于一条汽车制造生产线的质量追溯中；浦东国际机场正在进行 RFID 在航空物流管理中的应用方案设计及测试；海尔、深圳白沙集团物流管理；香港溢达集团在新疆的棉花采购流程中使用了射频标签；杭州卷烟厂 1 号工程等等。

总体而言，我国射频识别技术应用状况还处于初级阶段，市场前景非常广阔。不久的将来，我国射频识别技术应用将在生产线自动化、仓储管理、电子物品监视系统、货运集装箱的识别以及畜牧管理等方面有所突破。实现射频识别技术在我国成熟、全面的应用将是一个长期的过程，需要业内人士的共同努力。

1.3 标准化及应用

目前，世界一些知名公司各自推出了自己的很多标准，这些标准互不兼容，表现在频段和数据格式上的差异，这也给 RFID 的大范围应用带来了困难。

目前全球有两大 RFID 标准阵营：欧美的 Auto-ID Center 与日本的 Ubiquitous ID Center (UID)。前者的领导组织是美国的 EPC 环球协会，旗下有沃尔玛集团、英国 Tesco 等企业，同时有 IBM、微软、飞利浦、Auto-ID Lab 等

公司提供技术支持。后者则主要由日系厂商组成。

欧美的 EPC 标准采用 UHF 频段, 为 860MHz~930MHz, 日本 RFID 标准采用的频段为 2.45GHz 和 13.56MHz; 日本标准电子标签的信息位数为 128 位, EPC 标准的位数则为 96 位。

目前常用的 RFID 国际标准主要有: 用于对动物识别的 ISO 11784 和 11785; 用于非接触智能卡的 ISO 10536 (Close coupled IC cards 紧贴式 IC 卡)、ISO 14443 (Proximity IC cards 邻近式 IC 卡)、ISO 15693 (Vicinity IC cards 接近式 IC 卡); 用于集装箱识别的 ISO 10374 等。有些标准正在形成和完善之中, 比如用于供应链的 ISO 18000 无源超高频 (860Mhz~930Mhz 载波频率) 部分的 C1G2 标准不久会正式推出, 我国自己的国家标准最快在今年年末会出台。下面对这几个标准加以简述。

1.3.1 动物识别

国际标准 ISO 11784 和 11785 涉及了用射频识别系统对动物的识别:

国际标准 ISO 11784: “动物的射频识别——代码结构。”

国际标准 ISO 11785: “动物的射频识别——技术准则。”

标准中没有对应答器样式尺寸加以规定, 因此可以设计成适合于所涉及的动物的各种形式, 如玻璃管状、耳标或项圈等。

代码结构为 64 位, 如表 1.1 所示。其中的 27 至 64 位可由各个国家自行定义。

表 1.1 动物识别代码

位序号	信 息	说 明
1	动物应用 (1) / 非动物应用 (0)	说明应答器是用于动物识别还是用于其它目的
2~15	保留	为未来应用保留
16	跟随有数据 (1) / 没有数据 (0)	说明在识别代码后是否有附加数据接着传输
17~26	根据国际标准 ISO3166 的国家代码	说明使用国家, 代码 999 表明是测试应答器
27~64	国内识别代码	唯一的国内专有的登记号

技术准则规定了应答器的数据传输方法和阅读器规范。工作频率为 134.2KHz, 数据传输方式有全双工和半双工两种, 阅读器数据以差分双相代码表示。应答器采用 FSK 调制, NRZ 编码。

由于存在较长的应答器充电时间和工作频率的限制，通信速率较低。

1.3.2 非接触智能卡

表 1.2 按照作用距离粗略分类目前有三种不同的标准可供非接触 IC 卡使用 [35]。

表 1.2 可供非接触的 IC 卡使用的标准

标 准	卡类型	作用距离（约）
ISO 10536	密耦合	0~1cm
ISO 14443	近耦合	0~10cm
ISO 15693	疏耦合	0~1m

1. 国际标准 ISO 10536—密耦合 IC 卡

国际标准 ISO10563 以“识别卡——非接触的集成电路卡”为标题说明非接触的密耦合 IC 卡的结构和工作参数。国际标准 ISO 10536 由四部分组成，其标题是：

- 第 1 部分：物理特性
- 第 2 部分：耦合区的尺寸和位置
- 第 3 部分：电信号和复位过程
- 第 4 部分：复位应答和传输协议

2. 国际标准 ISO 14443—近耦合 IC 卡

ISO 14443 和 ISO 15693 标准在 1995 年开始操作，单个系统于 1999 年进入市场，两项标准的完成则是在 2000 年之后。二者皆以 13.56MHz 交变信号为载波频率：ISO15693 读写距离较远，当然这也与应用系统的天线形状和发射功率有关；而 ISO 14443 读写距离稍近，但应用较广泛，目前的第二代电子身份证采用的标准是 ISO 14443 TYPE B 协议。^[4]

ISO14443 定义了 TYPE A、TYPE B 两种类型协议。通信速率为 106kbits/s，它们的不同主要在于载波的调制深度及位的编码方式。

在该标准中称 IC 卡为 PICC (Proximity IC Card)，阅读器为 PCD (Proximity Coupling Device)。从阅读器 (PCD) 向卡 (PICC) 传送信号时，TYPE A 采用改进的 Miller 编码方式，调制深度为 100% 的 ASK 信号；TYPE B 则采用 NRZ 编码方式，调制深度为 10% 的 ASK 信号（见表 1.3）。关于编码方式请参阅第二章第一节。

表 1.3 阅读器（PCD）到卡（PICC）的数据传输^[6]

PCD→PICC	A 型	B 型
----------	-----	-----

调制	ASK 100%	ASK 10%的 (键控度 8%~12%)
位编码	改进的 Miller 编码	NRZ 编码
同步	位级同步 (帧起始, 帧结束标记)	每个字节有 1 个起始位和 1 个结束位
波特率	106kbit/s	106kbit/s

从 PICC 向 PCD 传送信号时,二者均通过调制载波传送信号,副载波频率皆为 847KHz。TYPE A 采用开关键控 (On-Off keying) 的 Manchester 编码; TYPE B 采用 NRZ-L 的 BPSK 编码 (见表 1.4)。

表 1.4 卡 (PICC) 到阅读器 (PCD) 的数据传输^[5]

PICC→PCD	A 型	B 型
调制	用振幅键控调制 847kHz 的负载调制的副载波	用振幅键控调制 847kHz 的负载调制的副载波
位编码	Manchester 编码	NRZ
同步	1 位“帧同步”(帧起始, 帧结束标记)	每个字节有 1 个起始位和 1 个结束位
波特率	106kbit/s	106kbit/s

TYPE B 与 TYPE A 相比,由于调制深度和编码方式的不同,具有传输能量不中断、速率更高、抗干扰能力更强的优点。

3. 国际标准 ISO 15693—疏偶合 IC 卡

ISO 15693 标准规定的载波频率亦为 13.56MHz,阅读器 (VCD) 和卡 (VICC) 全部都用 ASK 调制原理,调制深度为 10%和 100%,VICC 必须对两种调制深度正确解码 (见表 1.5)。

在该标准中称 IC 卡为 VICC (Vixinity IC Card),阅读器为 VCD (Visinity Coupling Device)。从 VCD 向 VICC 传送信号时,编码方式为两种:“256 中取 1”和“4 中取 1”。“256 中取 1”这种编码方式是一种脉冲位置调制,通过控制明确规定在 0~255 之值范围内的脉冲的时间位置来表示传输的数据之值。在一步中可以同时传输 8 位。“4 中取 1”类似。二者皆以固定时间段内以位置编码。这两种编码方式的选择与调制深度无关。当“256 中取 1”编码时,10%的 ASK 调制优先在长距离模式中使用,在这种组合中,与载波信号的场强相比,调制波边带较低的场强允许充分利用许可的磁场强度对 IC 卡提供能量。与此相反,阅读器的“4 中取 1”编码可和 100%的 ASK 调制的组合在作用距离变短或在阅读器的附近被屏蔽时使用。

表 1.5 国际标准 ISO 15693 的调制和编码方法^[5]

参 数	值	备 注
能量供给	13.56MHz±7kHz	电感耦合
阅读器→卡的数据传输		
调制	10%的 ASK, 100%ASK	IC 卡支持两种方法
位编码	“长距离模式”: 256 中取 1 “快速模式”: 4 中取 1	IC 卡支持两种方式
波特率	“长距离模式”: 1.65kbit/s “快速模式”: 26.48kbit/s	
卡→阅读器的数据传输		
调制	用副载波的负载调制	
位编码	Manchester, ASK (423kHz) 或 FSK (423/485kHz) 调制副载波	
波特率	“长距离模式”: 6.62kbit/s; “快速模式”: 26.48kbit/s	通过阅读器进行选择

从 VICC 向 VCD 传送信号时，用负载调制副载波。电阻或电容调制阻抗在副载波频率的时钟中接通和断开。而副载波本身在 Manchester 编码数据流的时钟中进行调制，使用 ASK 或 FSK 调制。调制方法的选择是由阅读器发送的传输协议中 FLAG 字节的标记位来标明，因此，VICC 总是支持两种方法：ASK(副载波频率为 423KHz)和 FSK(副载波频率为 423/485KHz)，见表 1.6。

表 1.6 ASK 和 FSK 调制的副载波频率^[3]

	ASK (通一断键控)	FSK
副载波频率	423.75kHz	423.74kHz/484.28kHz
对 $f_c=13.56\text{MHz}$ 的分频比	$f_c/32$	$f_c/32$; $f_c/28$

数据传输速率的选择同样由 FLAG 中的位来表明，而且必须两种速率都支持：高速和低速。这两种速率根据采用的副载波速率不同而略有不同，采用单副载波时低速为 6.62kbits/s，高速为 26.48kbits/s；采用双副载波时则分别为 6.68kbits/s 和 26.72kbits/s。见表 1.7。

表 1.7 两种传输方法的数据传输速率^[3]

数据率	ASK (“通一断键控”)	FSK
“长距离模式”	6.62kbit/s	6.62kbit/s; 6.68kbit/s

“快速模式”	26.48kbit/s	26.48kbit/s; 26.72kbit/s
--------	-------------	-----------------------------

可见, ISO 15693 应用更加灵活, 操作距离又远, 更重要的是它与 ISO 18000-3 兼容, 了解 ISO 15693 标准对将来了解我国的国家标准是有助益的, 因为我国的国家标准肯定会与 ISO 18000 大部分兼容。^[4]

如果在同一时间段内有多于一个的 VICC 或 PICC 同时响应, 则说明发生冲撞。RFID 的核心是防冲撞技术, 这也是和接触式 IC 卡的主要区别。ISO 14443-3 规定了 TYPE A 和 TYPE B 的防冲撞机制。二者防冲撞机制的原理不同: 前者是基于位冲撞检测协议, 而 TYPE B 通过系列命令序列完成防冲撞; ISO 15693 采用轮寻机制、分时查询的方式完成防冲撞机制, 在标准的第三部分有详细规定。

防冲撞机制使得同时处于读写区内的多张卡的正确操作成为可能, 只用算法编程, 即可自动选取其中一张卡进行读写操作。这样既方便了操作, 也提高了操作的速度。

1.3.3 集装箱识别——国际标准 ISO 10374

ISO 10374 标准说明了基于微波应答器的集装箱自动识别系统。

应答器为有源设备, 工作频率为 850MHz~950MHz 及 2.4GHz~2.5GHz。只要应答器处于此场内就会被活化并采用变形的 FSK 副载波通过反向散射调制做出应答。信号在两个副载波频率 40kHz 和 20kHz 之间被调制。

此标准和 ISO 6346 共同应用于集装箱的识别, ISO 6346 规定了光学识别, ISO 10374 则用微波的方式来表征光学识别的信息。

1.3.4 ISO 18000

ISO 18000 是一系列标准。此标准是目前最新的也是最热门的标准, 原因是它可用于商品的供应链, 其中的部分标准也正在形成之中。表 1.8 是 ISO 18000 标准的内容^[6]。

表 1.8 ISO 18000 标准组成

标准号	内 容	应用领域
ISO 18000— 1	一般参数定义	
ISO 18000— 2	135kHz 以下空气接口参数	适合短距离纸类标签, 如门禁卡

ISO 18000—3	13.56MHz 空气接口参数	适合中距离使用, 如货架
ISO 18000—4	2.45GHz 空气接口参数	适合较长距离使用
ISO 18000—6	860MHz~930MHz 空气接口参数	适合较长距离使用
ISO 18000—7	433.92MHz 空气接口参数	只作为一种选择, 易被其它通信器材干扰

注: 18000—5 规定了 5.8GHz 参数, 但已被否决, 不会成为国际标准

其中 ISO 18000-6 是整合了一些现有 RFID 厂商的产品规格和 EAN-UCC (国际物品编码协会和美国统一代码协会) 所提出的标签架构要求而订出的规范。它只规定了空气接口协议, 对数据内容和数据结构无限制, 因此可用于 EPC。

实际上, 若采用 ISO 18000-6 对空气接口的规定加上 EPC 系统的编码结构再加上 ONS (Object Naming Service) 架构, 就可以构成一个完整的供应链标准。

1.4 本论文的主要工作及论文结构

本论文将通过理论联系实际的方法来完成对射频识别技术的应用研究。在理论方面主要研究, 如数字编码、数字调制、阅读器对应答器的能量供应、阅读器和应答器的数据传输、数据完整性和安全性等; 在理论研究的基础上, 自行设计一个可供实用的针对 TN95P1311 的无源 RFID 芯片的阅读器; 并针对“RFID 药品有声查询管理系统”项目, 提供了一个合理的解决方案和试验样机。

论文的结构也将按照上面的思路来安排。

第一章绪论主要介绍 RFID 技术、发展、应用、标准化状况以及论文结构。

第二章阐述 RFID 技术的基本原理和相关理论, 对 RFID 应用系统的原理进行详细的研讨。

第三章设计了针对 TN95P1311 芯片的阅读器, 也包括了相关的电子标签及微控制器芯片的介绍。

第四章利用前面设计的阅读器, 构建合理的 RFID 药品有声查询管理系统, RFID 技术主要用于药品的识别, 音频技术主要用于药品查询的语音提示, 主要用于对药品的管理, 避免药品发放错误。

最后第五章是本文的总结。

其中, 第二、三、四章是本文的重点。

第二章 基本作用原理和理论

2.1 编码和调制

2.1.1 典型的 RFID 系统的通信系统

图2.1的方框图说明了一个数字通信系统的基本构成^[3]。类似的，对射频识别系统来说，阅读器与应答器之间的数据传输也需要三个主要的功能模块：发送器、信息通道和接收器。从阅读器到应答器的数据传输方向看：发送器由阅读器中的信号编码(信号处理)和调制器(载波电路)组成，信息通路即传输介质，接收器由应答器中的解调电路(载波回路)和信号译码器(信号处理)组成。如果反过来从应答器到阅读器的数据传输来看也是一样的。

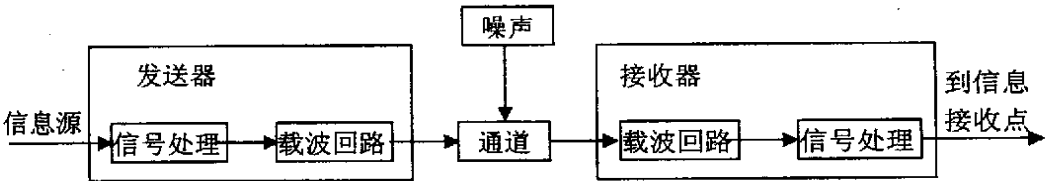


图2.1 数字通信系统中的信号和数据流

以下是对几个概念的简单说明：

信号编码系统的作用是使要传输的信息和它的信号表示尽可能最佳地与传输通道的性能相匹配。这样的处理包括有对信息提供某种程序的保护，以防止信息受干扰或相碰撞。也称作在基带中的编码。

调制是改变高频载波的信号处理，即使其振幅、频率或相位与调制的基带信号相关。

传输介质把信息传输过一段预定的距离。在射频识别系统中唯一采用的传输介质是磁场（电感耦合）和电磁波（微波）。

解调是另一种调制过程，以再生基带信号。因为经常不仅在应答器中，而且在阅读器中也有信号源输入，并在两个方向上交替传输信息，所以都有调制器和解调器。因此被称作调制—解调器（modem），以表达通常的配置。

信号解码的任务是从基带编码的接收信号中恢复原来的信息，并识别和标识或纠正传输错误。

2.1.2 基带中的编码

编码就是用不同形式的代码来表示二进制的‘1’和‘0’。射频识别系统中通常使用下列类型的编码（见图2.2）^{[7][8]}：

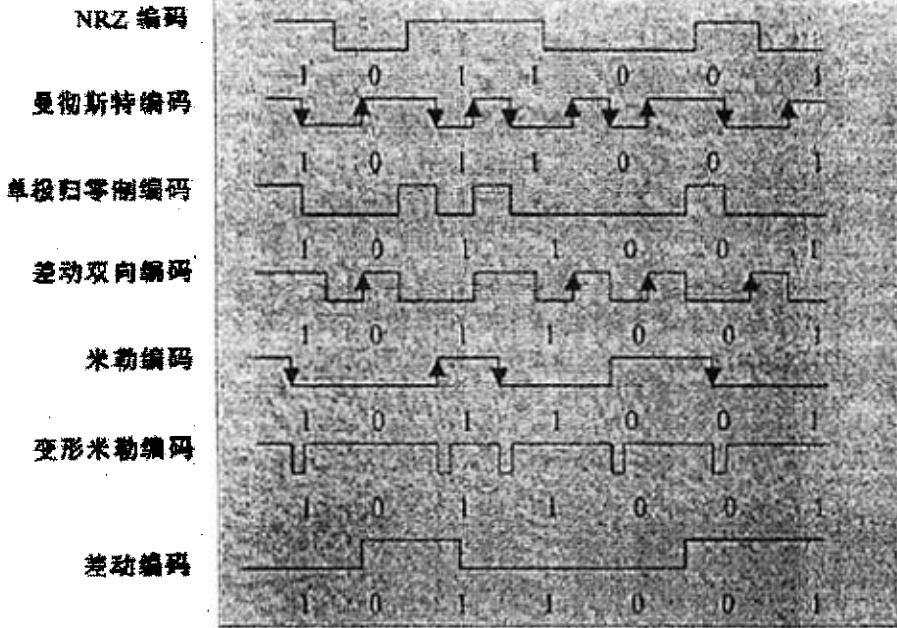


图2.2 RFID系统中常用的编码方式

• NRZ(反向不归零)编码:“高”信号表示二进制‘1’,“低”信号表示二进制‘0’。

在FSK或PSK调制中几乎仅仅使用NRZ编码。

• Manchester (曼彻斯特) 编码:在半个Bit周期负边沿表示二进制‘1’,半个Bit周期的正边沿表示二进制‘0’。

Manchester编码在采用副载波的负载调制时经常用于从应答器到阅读器的数据传输。

• Unipolar RZ(单极归零制)编码:在半个Bit周期中的“高”信号表示二进制‘1’,而持续整个Bit周期的“低”信号表示二进制‘0’。

• DBP(差动双相)编码:在半Bit周期中的任意边沿表示二进制‘0’,而没有边沿就表示二进制‘1’。此外在每个Bit周期开始时,电平都要反向一次,这样对于接收器来说位节拍信号容易重建。

• Miller(米勒)编码:在半Bit周期的任意边缘表示二进制‘1’,而经过下一个周期中不变的‘1’电平表示二进制‘0’。连续一串零在比特周期开始时产生电平交变,因此,对接收器来说,位节拍比较容易重建。

• **变形Miller编码:** 对米勒编码的这种改型品种来说, 每个边沿都为一“负”脉冲所取代。

变形的Miller编码在电感耦合的射频识别系统中用于从阅读器到应答器的数据传输, 由于很短的脉冲持续时间 $t_{pulse} \ll T_{bit}$, 故可以在数据传输过程中保证从阅读器的高频场中连续供给应答器内芯片以能量。

• **差动编码:** 在差动编码时, 每个要传输的二进制 ‘1’ 将引起信号电平的改变, 而在二进制 ‘0’ 时, 信号电平保持不变。

2.1.3 数字调制法

能量从天线以电磁波的形式发射到周围的空间, 改变电磁波的三种信号参数 (功率、频率和相位) 中的任何一种, 信息都可以被编码, 并传送到空间任一点去。信息 (数据) 对电磁波的影响过程称之为调制, 未调制的电磁波被称作载波。^[3]

分析空间任一点电磁波的性能, 从测得的接收功率、频率或相位的变化中可以重建此信息, 这种过程称之为解调。

射频识别系统采用的调制方法主要有振幅键控 (ASK), 频移键控 (FSK) 和相移键控 (PSK (见图 2.4)), 另外还采用副载波的调制方法。

对每一种调制方法来说, 都形成与载波对称的调制产物, 即所谓的边带 (见图 2.3)。边带的频谱和振幅都会受到基带中的编码信号的频谱以及调制方法的影响。边带可区分为上边带和下边带。

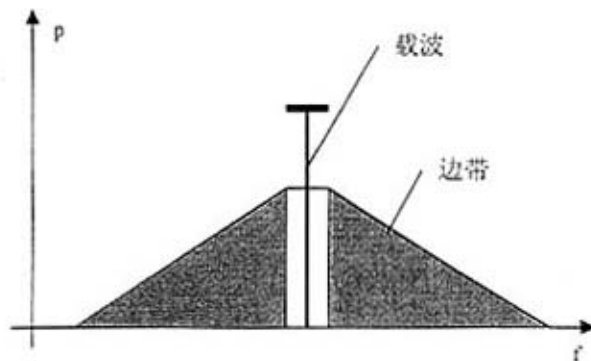


图 2.3 对正弦信号调制后产生的所谓边带

1. 振幅键控 (ASK)

即按载波的幅度受到数字数据的调制而取不同的值, 例如对应二进制 0, 载波振幅为 0; 对应二进制 1, 载波振幅为 1。调幅技术实现起来简单, 但容易受增益变化的影响, 是一种低效的调制技术。在电话线路上, 通常只能达到 1200bps 的速率。

2. 频移键控 (FSK)

即按数字数据的值 (0 或 1) 调制载波的频率。例如对应二进制 0 的载波频率为 F_1 ，而对应二进制 1 的载波频率为 F_2 。该技术抗干扰性能好，但占用带宽较大。在电话线路上，使用 FSK 可以实现全双工操作，通常可达到 1200bps 的速率。

3. 相移键控 (PSK)

即按数字数据的值调制载波相位。例如用 180° 相移表示 1，用 0° 相移表示 0。这种调制技术抗干扰性能最好，且相位的变化也可以作为定时信息来同步发送机和接收机的时钟，并对传输速率起到加倍的作用。

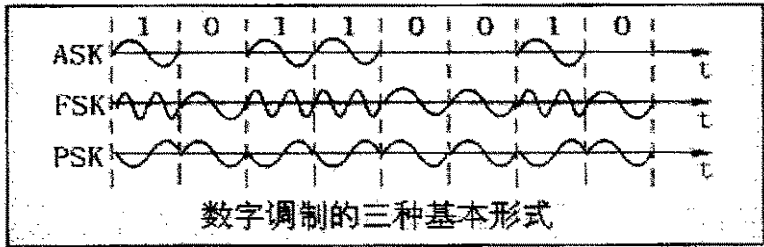


图 2.4 ASK、FSK、PSK 三种数字调制方法

4. 使用副载波的调制法

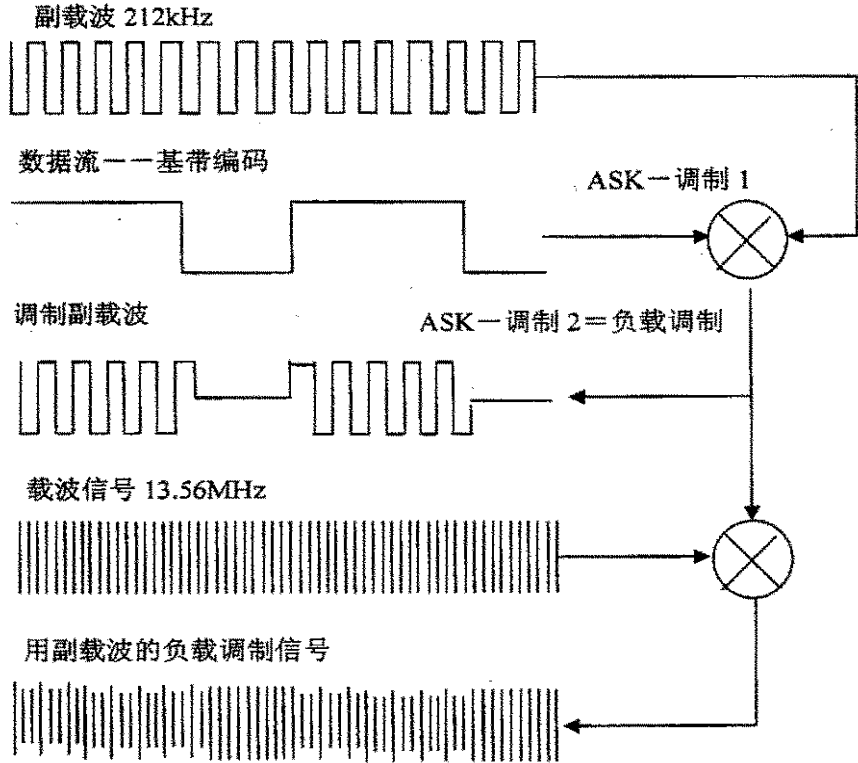


图 2.5 用负载调制的振幅键控的副载波调制，多重调制的逐步产生

就射频识别系统而言, 用副载波的调制法主要用在频率范围为 6.78MHz、13.56MHz 或 27.125MHz 的电感耦合系统中, 而且是从应答器到阅读器的数据传输。电感耦合的射频识别系统的负载调制有着与阅读器天线上的高频电压的振幅键控 (ASK) 调制相似的效果。代替在基带编码的信号节拍中对负载电阻的切换, 用基带编码的数据信号首先调制低频率的副载波。可以选择振幅键控 (ASK)、频移键控 (FSK) 或相移键控 (PSK) 调制作为对副载波调制的方法。副载波频率本身通常是通过对工作频率的二进制分频产生的。对 13.56MHz 的系统来说, 大多数使用的副载波频率为 874kHz ($13.56\text{MHz}/16$)、424kHz ($13.56\text{MHz}/32$) 或 212kHz ($13.56\text{MHz}/64$)。已调的副载波信号则用于切换负载电阻。其多重调制逐步过程如图 2.5 所示^[3]。

副载波进行负载调制时, 首先在围绕工作频率±副载波频率 f_H 的距离上产生两条谱线。真实的信息随着基带编码的数据流对副载波的调制被传输到两条副载波谱线的边带中。另一方面, 如果采用的是在基带中进行的负载调制时, 数据流的边带将直接围绕着工作频率的载波信号。

对很松散耦合的应答器系统来说, 在阅读器的载波信号 f_r 与接收的负载调制边带之间的差别在 80~90dB 的范围内波动。通过数据流的调制边带的频移, 可以将两个负载调制产物中之一滤出并解调。至于是使用 $f_r + f_H$ 还是 $f_r - f_H$ 都是无所谓的, 因为在所有边带中都包含了信息。(见图 2.6)

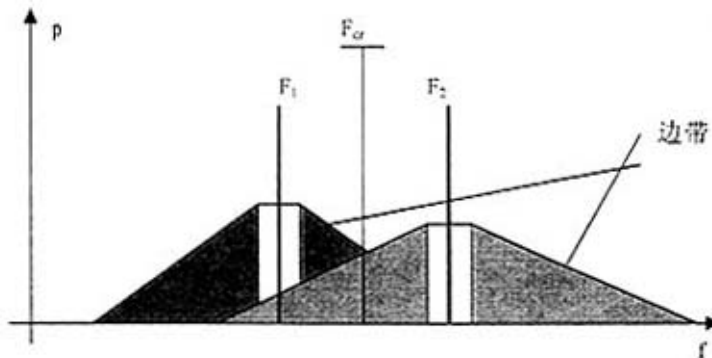


图 2.6 用副载波的负载调制时的调制结果

2.2 全双工和半双工

阅读器和应答器之间进行数据的传输, 通常有两种方法: 全双工和半双工^[3]。

• 半双工法 (HDX): 从应答器到阅读器的数据传输和从阅读器到应答器的数据传输是交替进行的, 当工作频率低于 300MHz 时, 常使用这种方法, 有没有副载波也无所谓, 电路一般也很简单。

•全双工法 (FDX): 数据在应答器和阅读器之间的双向传输是同时进行的, 其中应答器发送数据采用“分谐波”法, 即发送频率是阅读器的几分之一, 或是用一种完全独立的“非谐波”频率。

不过这两种方法有一个共同的特点, 即: 从阅读器到应答器的能量传输是连续的, 与数据传输的方向无关。

对于射频识别来说, 应答器获取能量的方式有很多种: 电感耦合、电磁反向散射耦合以及密藕合。这些方法的选择和频率有很大的关系, 对于本课题所选择的频率是 13.56MHz, 选用的是电感耦合的方法。

在这里主要详细介绍一下电感耦合的应答器的能量供应和它到阅读器的数据传输。

2.2.1 无源应答器的能量供应

电感耦合应答器由一个电子数据作载体, 通常由单个微型芯片以及用作天线用的大面积的线圈等组成 (见图 2.7)。

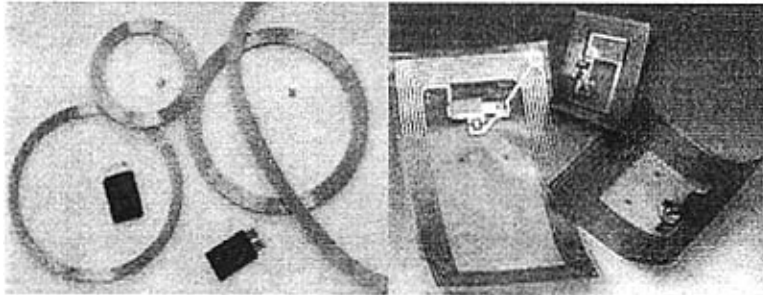


图 2.7 由天线和微型芯片组成的应答器

电感耦合应答器几乎都是无源工作的, 也就是说微型芯片工作所需要的全部能量必须由阅读器来供应。高频的强电磁场由阅读器的天线线圈产生, 磁力线穿过距阅读器天线线圈一定距离的应答器天线线圈 (见图 2.8)。通过感应, 在应答器的天线线圈上产生一个电压 U_i , 将其整流后, 作为微型芯片的电源。将一个电容器 C_i 与阅读器的天线线圈并联, 电容器电容的选择依据是: 它与天线线圈的电感一起, 形成谐振频率与阅读器发射频率相符的并联振荡回路, 该回路的谐振使得阅读器天线线圈产生非常高的电压。^[9]

应答器的天线线圈和电容器 C_i 构成振荡回路, 调谐到阅读器的发射频率。通过该回路的谐振, 应答器线圈上的电压 U 达到最大值。

阅读器的天线线圈与应答器之间的功率传输效率与工作频率 f 、应答器线圈的匝数 n 、被应答线圈包围的面积 A 、两个线圈的相对角度以及它们之间的距离成比例。

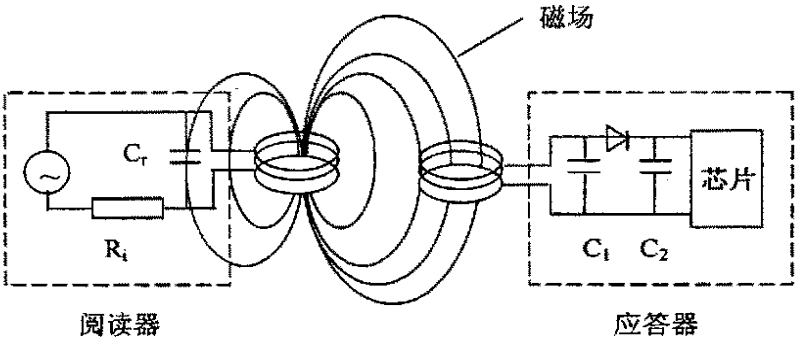


图 2.8 电感耦合应答器的供电来自阅读器产生的交变磁场的能量

2.2.2 应答器至阅读器的数据传输^{[10][11]}

如果把谐振的应答器（就是说，应答器的固有谐振频率与阅读器的发送频率相符合）放入阅读器天线的交变磁场中，那么该应答器就从磁场取得能量（见图 2.9）。从供应阅读器天线的电流在阅读器内阻 R_i 上的压降可以测得此附加功耗。

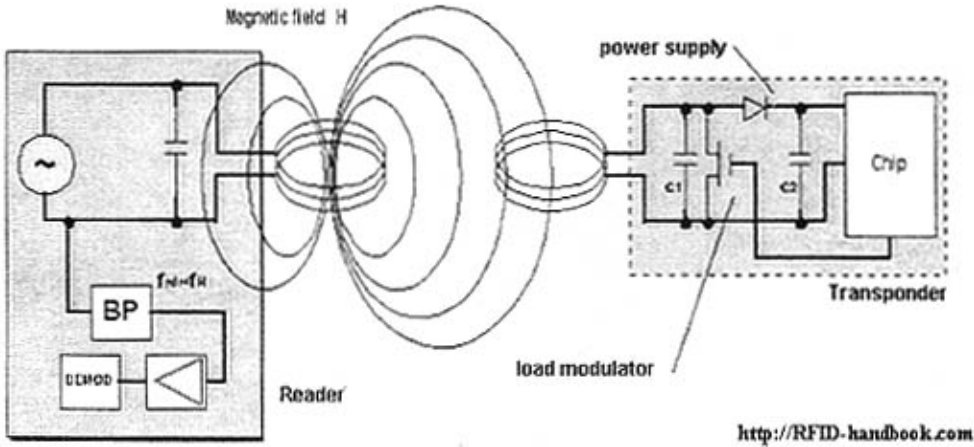


图 2.9 通过芯片上场效应晶体管源一漏电阻的变换在应答器中产生负载调制

芯片与阅读器之间的信息传递是通过改变芯片天线谐振状态，从而引起阅读器天线耦合谐振状态的变化来实现的，标签芯片本身不发送电磁波。芯片内部含有一个用于控制芯片天线谐振状态的 CMOS 晶体管，当调制信号为低电平时晶体管截止，芯片天线进入谐振状态；当调制信号为高电平时晶体管导通，谐振电

路短路, 芯片天线无谐振产生。芯片天线谐振状态的改变通过空间耦合, 影响到阅读器天线的谐振状态。因此, 阅读器天线在发送射频信号的同时, 因为来自标签芯片耦合状态的变化, 也就“感受”到接收到芯片的调制信号了。标签芯片耦合引起阅读器天线上载波信号幅度的变化, 因此是 ASK 调制方式。

为了在阅读器中回收数据, 需要对在阅读器天线上测得的电压进行解调。

由于阅读器天线与应答器天线之间的耦合很弱, 阅读器天线上表示有用信号的电压波动在数量级上比阅读器的输出电压小。实践中, 对 13.56MHz 的系统来说, 当天线电压大约为 100V 是, 只能得到 10mV 的有用信号。因为监测这些很小的电压变化需要在电路上花费巨大开销, 所以一般利用由天线电压振幅调制所产生的调制波边带。

如果应答器的附加负载电阻以很高的时钟频率 f_H 接通或断开, 那么在阅读器发送频率 $\pm f_H$ 的距离上产生两条谱线, 他们是很容易检测到的。在无线电技术的术语中, 把这种新的频率称作副载波。数据传输是及时在数据流中通过振幅键控、频移键控或相移键控调制来完成的, 这就叫做副载波的振幅调制 (详见 2.1.3 负载调制法)。

2.3 数据的完整性

2.3.1 检错纠错

使用 RF 技术传输数据时, 很容易受到外界干扰, 使传输数据发生改变导致错误。检错和纠错是用以识别并以一定的措施进行校正处理的办法。经常使用的方法有奇偶检验和 CRC (循环冗余码校验) 法。

1. 奇偶检验^[12]

奇偶校验码是一种最简单的检错码, 分为横向奇偶校验、纵向奇偶校验和横向纵向奇偶校验。

通常纵向奇偶校验以字符为单位进行分组。一般来说, 对于偶数校验, 所有传送的数位 (含字符的各数位和校验位) 中, “1” 的个数为偶数, 用公式表示即合法码字应满足:

$$\sum_{i=1}^n c_i \oplus c_0 = 0 \quad (\text{式2.1})$$

对于奇数校验, 所有传送的数位 (含字符的各数位和校验位) 中, “1” 的个数为奇数, 用公式表示即合法码字应满足:

$$\sum_{i=1}^n c_i \oplus c_0 = 1 \quad (\text{式2.2})$$

这两式称为校验方程。根据校验方程, 给定了信息码组, 就能唯一地决定校验码元。这种校验方法能检测出传输中任意奇数个错误, 但不能检测出偶数个错误。

横向奇偶校验是把几个数据(字符)划分为一组, 对组内数据的同位进行横向奇偶计算, 得到一系列校验码元附加到这组代码后面。

横向奇偶校验或纵向奇偶校验分别只能检查出数据在横向方向或纵向方向的码字错误, 而不能检查出哪一位有错。若将横向方向和纵向方向的校验法联合运用, 就构成纵横奇偶校验, 也称交叉校验。这种码具有较强的检错能力, 它能检查出的错误类型如下:

(1)可检查出某行、某列的所有奇数个错误;

(2)能发现大部分偶数个错误。如某个码字(列向)发生偶数个位的错误时, 虽然不能由纵向奇偶校验码检查出来, 但却可以由横向奇偶校验检查出来;

(3)能发现突发长度 $<n+1$ (n 为行数, 即字符长度)的突发错误;

(4)可以纠正不能同时满足行、列校验关系的1位错误。因为1位错了, 对应的行和列能够同时发现, 从而能定出差错的位置(即坐标), 从而加以纠正。但是, 这种码不能检查出某些互相补偿的偶数个错误, 因为它既不破坏横向奇偶校验关系, 又不破坏纵向奇偶校验关系。

2. CRC (循环冗余码校验) 法^{[13][14]}

循环冗余码校验, 能以很大的可靠性识别传输错误。下面简单介绍一下它的原理。

CRC法的计算是一个循环过程。就是在一个 p 位二进制数据序列 D 后附加一个 r 位的二进制检验码序列 R , 从而构成一个长为 $n=p+r$ 位的二进制序列 M 。附加的数据序列 R 就是校验码。它和CRC的算法以及数据序列有着特定的关系, 如果因为干扰使数据在传输中的某一位或某些位发生错误, 这种特定的关系就会被破坏, 因此通过检查这种特定关系就可以实现对数据正确性的检验。CRC的计算包括了要计算其CRC值的数据字节以及所有前面的数据字节的CRC值, 数据块中的每一个被校验过的数据字节都用来计算整个数据块的CRC。

检验序列 R 是对数据序列 D 进行二进制模2除法并取余得到的, 它除以一个称为生成多项式的 $(r+1)$ 位二进制序列 $G=[g_r g_{r-1} \wedge g_1 g_0]$, 用多项式表示为:

$$\frac{x^r D(x)}{G(x)} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)} \quad (\text{式2.3})$$

其中, $x^r D(x)$ 表示将数据序列 D 左移 r 位(及在 D 的末尾增加 r 个0位), $Q(x)$ 代

表这一除法所得的商, $R(x)$ 为余式。

而进行校验的过程则是对序列 M 直接进行除法并取余计算:

$$\frac{x^r M(x)}{G(x)} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)} \quad (\text{式2.4})$$

得到的余式 $R(x)$ 为0表示数据正确, 否则认为数据发生错误。

当然并不是任何一个多项式都可以作为生成多项式。从检错和纠错的要求出发, 生成多项式应能满足下列要求:

- (1) 任何一位发生错误都应使余数不为0。
- (2) 不同位发生错误应使余数不同。
- (3) 对余数连续做模2运算, 应使余数循环。

现在国际上常用的有三个多项式:

$$\text{CRC-12: } = x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x^1 + 1$$

$$\text{CRC-6: } = x^{16} + x^{125} + x^2 + 1$$

$$\text{CRC-CCITT: } = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

2.3.2 多路存取法——反碰撞法^[15]

在RFID系统进行工作时, 不排除可能会有一个以上应答器同时处于阅读器的工作范围内, 这样当有两个或两个以上的应答器同时发送数据时就会出现数据相互的干扰(碰撞), 所以就必须制定适当的通信方式。一般在RFID系统中有两种不同的基本通信方式:

• 第一种通信方式: 从阅读器到应答器的数据传输为第一种通信形式(图2.10所示)。发送的数据流同时被所有的应答器接收, 这种通信方式称为“无线电广播”^[16]。

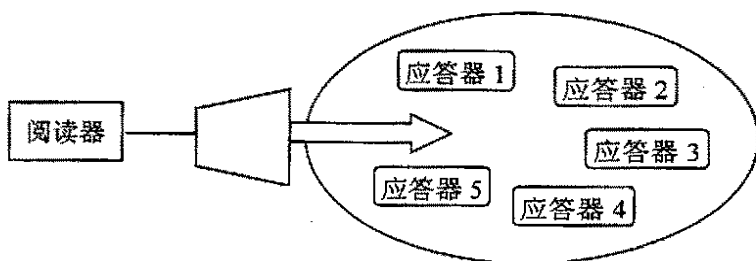


图2.10 阅读器广播通信方式

• 第二种通信方式: 在阅读器的应答范围内有多个应答器的数据同时传输给阅读器, 这种通信方式称为多路存取(图2.11所示)。这是RFID系统中的主要通信方式之一。

每个通信通路拥有规定的容量。这种通路的容量是由通路的最大数据率以及供它使用的时间来确定的。分配给用户(应答器)的通路容量必须满足:当有多个应答器同时把数据传输给一个应答器时不能出现相互干扰。

在无线电技术中,多路存取的问题长久以来是众所周知的。因此发展了许多方法,以便把不同的用户信息相互分开。基本上有四种不同的方法:空分多路(SDMA)、频分多(FDMA)、时分多路(TDMA)、码分多址(CDMA)。使用这些方法,将不间断的数据流传输给用户,一次分配的通路容量应保持足够长的时间以保证通信顺利进行。

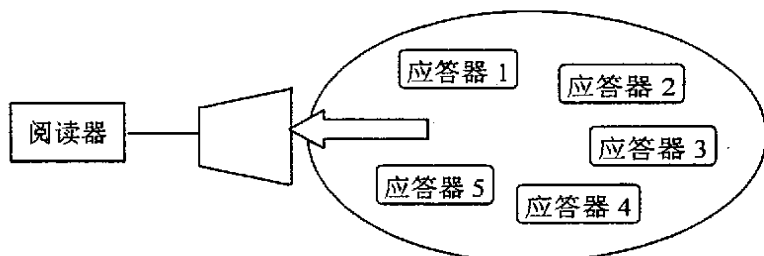


图2.11 阅读器多路存取方式

对于RFID系统来说,只存在很短的动作周期,而且周期被较长的时间间隔所中断。例如公交短途交通用非接触IC卡171,该卡在阅读器作用范围内必须在不到几十毫秒的时间内被鉴定、读出和写入,接着在阅读器作用范围内长时间不再有IC卡。用一种高效的多路存取法,使人感觉不到时间损失就已经选择了合适的车票,扣除了票款,并且可靠地防止由于卡数据包相互碰撞而不能读取。

1. 空分多路(SDMA)法

可以把SDMA理解为在分离空间范围内重新使用确定的资源的技术。一种可能性在于使单个阅读器的作用距离明显的减少,而把大量的阅读器和天线的覆盖面积并排的安置在一个阵列中。当应答器经过这个阵列时与之最近的阅读器就可以与之交换信息,而因为每个天线的覆盖面积小,所以相邻的阅读器区域内如有其他应答器仍可以相为交换信息而不会受到相邻的干扰,这样许多应答器在这个阵列中——由于空间分布——可以同时读出而不会相互影响。另外一种方法是在阅读器上利用一个自适应控制的天线,直接对准某个应答器。所以不同的应答器可根据其在阅读器作用范围内的角度位置区分开来。

2. 频分多路(FDMA)法

FDMA法是把若干个使用不同载波频率的传输通道同时供通信用户使用的技术。对于射频识别系统来说,可以使用可自由调整的、非发送频率谐振的应答器。应答器的应答可使用若干个供选用的应答频率 $f_1 \sim f_N$ 。因此负载调制的射频识别系统的一种可能性在于:为了从应答器向阅读器传输数据,可使用不同的、独

立的副载波频率。但是FDMA的一个缺点是阅读器费用非常高,因为每个接收通路必须有自己的单独的接收器供使用。因此只用于一些特殊场合。

3. 时分多路(TDMA)法^[17]

TDMA法是把整个可供使用的通路容量按时间分配给多个用户的技术。它在数字移动无线电系统的范围内推广使用,对射频识别系统来说,TDMA构成了反碰撞法的最大一族。分为应答器控制和阅读器控制法。

应答器控制法是非同步的,因为这里对阅读器的数据传输没有控制。例如ALOHA法。按照应答器成功的完成数据传输后是否通过阅读器的信号而断开,又可区分为“开关断开法”和“非开关法”。

阅读器控制法是同步的,因为这里所有的应答器同时由阅读器进行控制和检查。通过一种规定的算法在阅读器作用范围内首先选择较大的应答器组中的一个应答器,然后在选择应答器和阅读器之间进行通信(例如鉴别、读出和写入数据)。为了选择另外一个应答器,应该解除原来的通信关系,保证在同一时间内总是只建立起一个通信关系,并且可以快速的按时间顺序来操作应答器。所以这种方法也称为定时双工传输法。

阅读器控制的方法可再划分为轮询法和二进制搜索算法,所有这些方法都以一个独特的序列号来识别应答器为基础。

轮询法需要有所有可能用到的应答器的序列号清单,所有序列号依次被阅读器询问,直至某个有相同序列号的应答器响应为止。然而,这个过程依赖于应答器的数目,可能会很慢。因此,只适用于作用区中仅有几个已知的应答器的场合。

最灵活和最广泛使用的方法是二进制搜索算法。对这种方法来说,为了从一组应答器中选择其中之一,阅读器发出一个请求命令有意识的将应答器序列号传输时的数据碰撞引导到阅读器上,在动态二进制搜索算法的实现中起决定作用的是:阅读器所使用的合适的信号编码必须能够确定碰撞的准确的比特位置。

4. 码分多路(CDMA)法

CDMA是在数字技术的分支——扩频通信技术上发展起来的一种崭新的无线通信技术。CDMA技术的原理是基于扩频技术,即将需传送的具有一定信号带宽信息数据,用一个带宽远大于信号带宽的高频伪随机码进行调制,使原数据信号的带宽被扩展,再经过载波调制并发送出去。接收端使用完全相同的伪随机码,与接收的带宽信号作相关处理,把带宽信号换成原信息数据的窄带信号即解扩,以实现信息通信。其工作的基础就是产生正交的伪随机码(互相关性很小的伪随机码),作为扩频码及地址码。

这种多路方式软件设计困难,而且阅读器每一路都需要相应的硬件或软件支持,非常复杂,所以不适合射频识别系统。

2.4 数据的安全性^{[18][19]}

在RFID系统中,必须采用安全措施以防止Hacker的蓄意攻击,即防止有人意图欺骗RFID系统以获取于他们有利的信息和服务。

密码技术保证了阅读器和应答器之间的传输数据的机密性、完整性。但是,在数据交换时还有真实性的问题。真实性包括两个方面:第一指应答器和阅读器必须有一种确认的能力,能够确认它们各自所接收的信息都确实是由真实的对方发出的信息,而且自己所发出的信息也确实被真实的对方所接收到了;第二是指阅读器和应答器能把真正合法的信息与非法的欺骗信息(如窃取合法的交易信息)正确区分开来,以防止可能的欺诈行为。

在RFID系统中提出了认证的概念,即应答器和阅读器之间只有相互认证之后才能进行数据的读/写等具体操作,认证主要用来解决以上问题,对称密码体制下相互认证机制的工作原理及过程如下:

在对称密码体制下的认证机制中,认证双方采用相同的加密和认证密钥,被认证方通过证明它共享与认证方相同的认证密钥来获得授权,被认证方使用它的认证密钥和加密函数对特定数据加密,被加密的数据可被任何共享同一认证密钥解密函数的一方解密,认证方将解密所得的数据于原先的特定数据作比较,检查是否满足一定条件,若满足则认为共同享有同一认证密钥,可授权进行下一步操作,否则终止操作。这是为了控制唯一性或时间性,使得相同信息随着发送时间的变化而变化,以发现先前发送的信息重新发送,防止以反射方式骗取授权。选择随机数作为特定数据的相互认证机制包括三次鉴权,如图2.12所示。

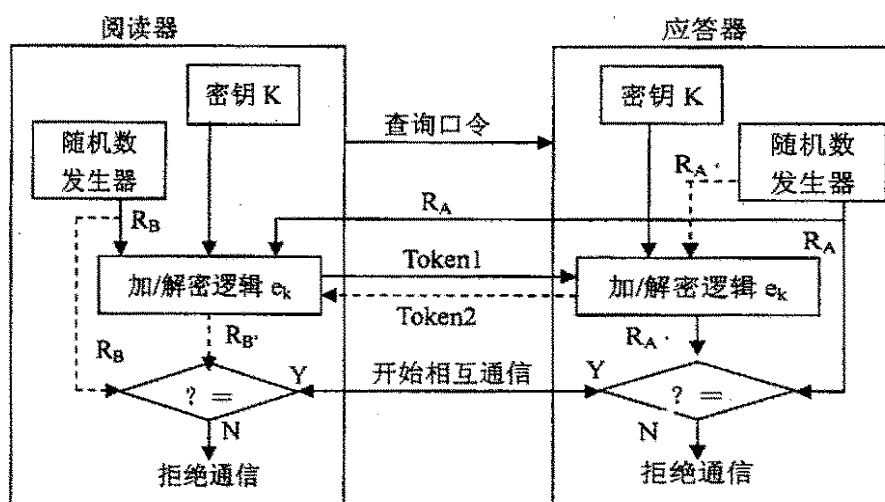


图2.12 应答器和阅读器相互鉴别的过程

认证过程是从阅读器发出“查询口令”指令给应答器开始的,其具体流程如下:

1. 由应答器向阅读器发出一个随机数据 R_A ;

2. 阅读器收到应答器发送来的数据 R_A 后,使用共同的密钥 K 和共同的密码算法 e_k 向应答器发送一个令牌数据 $Token1$,其中包含了阅读器发出的一个随机数据 R_B ;

$$Token1 = e_k(R_B \parallel R_A \parallel \text{电文1}) \quad (\text{式2.5})$$

3. 应答器收到阅读器发来的 $Token1$ 后,对其解密并校验第一次由1步发送的随机数据 R_A ,与接收到的 $Token1$ 中的 R_A 是否一致;

4. 如果3步校验是正确的,则应答器向阅读器发送另外一个令牌数据 $Token2$;

$$Token2 = e_k(R_{A2} \parallel R_B \parallel \text{电文2}) \quad (\text{式2.6})$$

5. 阅读器接收到 $Token2$ 后将其解密,并校验由2步发给应答器的随机数据 R_B ,和解密出来的数据是否相一致。

如果上面每一步都是“真”的,则整个认证过程将成功。阅读器可以对应答器进行操作。如果在认证过程中任意一步出现错误则认证将告失败,必须重新开始。通过相互鉴别就可以实现通信的安全性。

但是这里又存在一个问题,那就是如果所有属于同一应用的应答器都使用相同的密钥 K 来保护,对于大量的应答器的应用来说就会潜在一个很大的危险,那就是意外的丢失密钥,所以就建议每个应答器用不同的密钥来保护,亦即在生产应答器时给出一个序列号,然后用加密算法和主控密钥 K_A 导出密钥 K_s 来初始化应答器,就有效的解决了这一问题。

2.5 小结

本章主要介绍了RFID的基础理论和基本作用原理。作用原理包括无源应答器的能量供应和应答器至阅读器的数据传输两个方面;基本理论有编码和调制、数据完整性和数据安全性。数据完整性方面包括数据校验和防冲突机制,数据校验主要针对数据在传输过程中由于外界干扰等原因而发生的错误,主要使用的方法有奇偶检验和CRC(循环冗余码校验)法;防冲突机制主要是用于当系统工作时,若有两个或两个以上应答器同时处于阅读器的工作范围内,如果他们同时发送数据时就会出现数据相互的干扰(碰撞)的这样一种情况,主要使用的方法有空分多路、频分多路、时分多路和码分多路这四种。

第三章 RFID 阅读器设计

3.1 阅读器的工作过程及特点

阅读器上电开始工作, 产生高频的发射功率 (射频载波频率为 13.56MHz), 以启动应答器并为其提供能量。应答器进入磁场, 一旦得到足够的能量, 即进入工作状态, 一段已存入应答器中的标签代码依次经过编码 (NRZ 编码)、调制 (ASK) 后 (由应答器硬件完成), 开始向阅读器 “发送”, 由阅读器进行接收。“发送” 完成后进入睡眠状态, 睡眠时间为 40ms。

阅读器 “接收” 来自应答器上的调制信号后, 首先将 13.56MHz 的载波信号滤去, 然后信号进行放大处理, 放大约 50 倍左右, 接着解调处理, 最后得到所需的数据, 即应答器中的代码。

阅读器一般还会和一个外部的应用系统相连, 整个系统的控制是由这个外部应用系统通过控制指令来实现的。阅读器和带应用软件的计算机之间的联系通常通过 RS232 串行口进行的, 本课题中应用了更为方便快捷的 USB 接口来进行通信。

3.2 ET44M210 微控制器芯片

本论文中 RFID 阅读器中的控制芯片采用 ET44M210 微控制器芯片。

ET44M210 是由台湾义统电子股份有限公司设计研发的 ET44 系列微控制器中的一种, 是 8bit 精简指令架构的 CMOS 微控制器。与目前市面上的微控制器相比较, 是执行速度相当快的微控制器, 几乎所有的指令都只需要一个时钟周期, 外部只要接 6MHz 的晶振, 内部则可倍频到速度 48MHz, 速度相当快。它的功能很强大, 除了提供一般微控制器的功能外, 还提供了 2.4GHz 无线传输 (Wireless



图 3.1 ET44M210 芯片外观

Transmission) 的 HUB、通用串行总线集线器 (USB HUB)、串行外围接口 (SPI)、两个脉宽调变 (PWM) 及 16 个通道的数模转换 (ADC)。有了这些强大的功能, 不仅应用的范围扩大, 并且应用的方法也变得更有弹性了。ET44M210 芯片外观如图 3.1 所示。

3.2.1 ET44M210 简介^[20]

1. 核心部分:

- 工作电压范围: 2.2V ~ 3.6V DC (ADC 参考电压 3V)。
 - 工作温度范围: 0°C ~ 70°C。
 - 工作频率范围: DC ~ 48MHz。
6MHz 外部时钟。
6 / 12 / 24 MHz 核心及无线传输时钟。
48MHz USB Hub 时钟。
 - 内部存储器:
16K x 16 bit, 程序存储器(Program ROM)。
1.3K x 8, 数据存储器(SRAM)。
 - 看门狗计时器(Watch Dog Timer)。
 - 16 层堆栈, 提供存放中断及调用子程序时的返回地址。
 - 开机自动复位功能(Power On Reset)。
 - 除了条件分支的指令需 2 个震荡周期外, 其余指令仅需一个周期(1 clocks / cycle)。
 - 直接、间接、和相关的寻址模式。
 - 省电及高速的 CMOS 技术。
 - 消耗功率:
1.5 mA @ 3.3V, 6 MHz。
18 μ A @ 3.0V, RC = 32.768 KHz。
1 μ A standby current。
 - 内部电压调整:
将 USB 提供的 5V 电压, 降压成 3.3V, 以供微控制器使用。
- #### 2. 振荡器/系统时钟:
- 振荡器有三种选择:
高频石英振荡(crystal)。
锁相环振荡可倍频成: 6/12/24 及 48 MHz (外部石英振荡需 6 MHz)。
外部 RC 振荡。

- 系统时钟有三种模式：
 - 睡眠模式(Sleep Mode)。
 - 绿色模式(Green Mode)。
 - 正常模式(Normal Mode)。
- 外部RC 振荡使用在开机自动复位(Power On Reset)及看门狗计时器(Watch Dog Timer)。

3. 中断:

- 优先权检查。
- 不同的中断源有不同的中断向量。
- 中断源:

按键唤醒(Key Wake Up)。

外部中断。

自由振荡式计时器(Free Run Counter)溢出中断。

计时器(TCC)溢出中断。

串行外围接口(SPI) 读取缓冲区已满(Read Buffer Full)中断。

数模转换(ADC)完成中断。

PWM一个周期完成中断。

无线传输(Wireless Transmission) 中断。

通用串行口总线集线器(USB HUB) 中断。

3.2.2 ET44M210 引脚定义

ET44M210 共有 100 根引脚, 如图 3.2 所示^[20]。

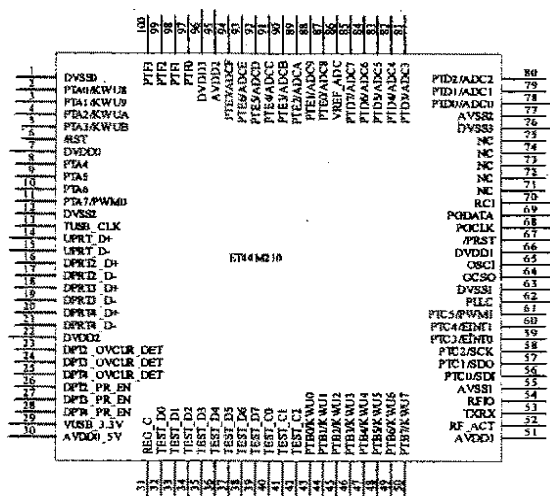


图 3.2 引脚定义

下面只将本论文中要用到的引脚进行描述:

1. 复位: 6 号引脚 (/RST)

2. 电路电源和接地:

7 号引脚 (DVDD0)、66 号引脚 (DVDD1)、22 号引脚 (DVDD2)、96 号引脚 (DVDD3), 此电压需符合工作电压范围, 不允许直接接 5V。

95 号引脚 (AVDD2): ADC 电源, 此电压需符合工作电压范围, 不允许直接接 5V。

63 号引脚 (DVSS1)、76 号引脚 (DVSS3): 接地脚。

3. 关于 USB 的引脚:

14 号引脚 (UPRT_D+): USB hub 上传差动资料线 D+。

15 号引脚 (UPRT_D-): USB hub 上传差动资料线 D-。

29 号引脚 (VUSB_3.3V): 3.3V 输出。

30 号引脚 (AVDD0_5V): USB 电源 (5V) 输入, 若 REG_C 接地: 启动电压调整功能, USB5V 电压将降压成 3.3V。若 REG_C 接 VDD: 停止电压调整功能, VDD_5V 引脚需接 3.3V 电源, 不允许接 5V。

31 号引脚 (REG_C): USB 5V-to-3V。

4. 程序下载口:

67 号引脚 (/PRST): 可编程的 Reset 引脚。

68 号引脚 (PGCLK): 可编程的 clock 输入引脚。

69 号引脚 (PGDATA): 可编程的 Data 引脚。

5. 振荡器:

62 号引脚 (PLLC): 锁相环外部电容。

64 号引脚 (OSCO): 振荡器输出脚。

65 号引脚 (OSCI): 振荡器输入脚。

70 号引脚 (RCI): RC 振荡器输入脚。

6. I/O :

78 号引脚 (PTD0/ADC0): Port D 的第 0 引脚, ADC 的第 0 输入脚。

3.2.3 ET44M210 芯片中的功能模块

ET44M210 芯片包含有 10 个功能模块, 其结构如图 3.3 所示^[21]。

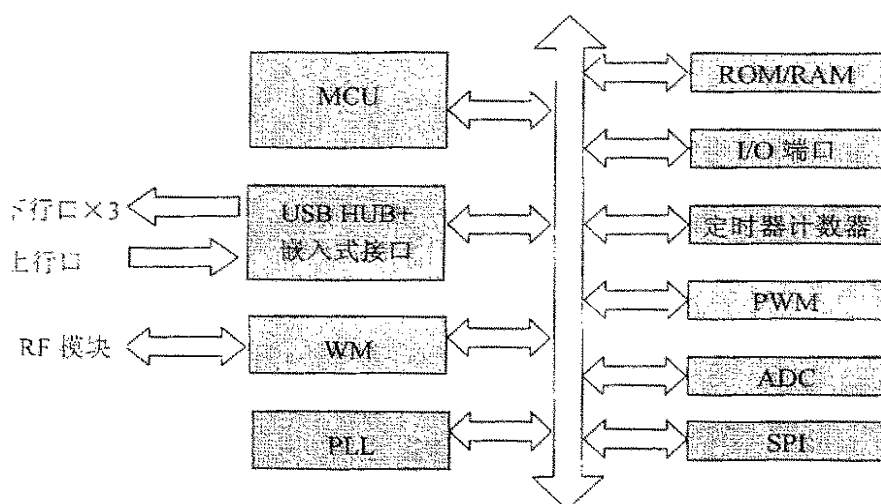


图 3.3 ET44M210 功能方块图

MCU是ET44M210芯片的核心。

程序存储器ROM是双字节的。程序计数器PC (Program Counter) 是14位的，因此总共有16K的容量分为2个页面，每个页面为8K。源地址从0x0000起始，从0x10开始到0xA8用来存放中断服务程序的程序段，一共可以响应20个中断，每个程序段为8个字节。系统对各功能模块的响应使用统一的中断方式，因此极大地提高了芯片的工作效率，并使得程序的编制变得非常容易和清晰。

ET44M210芯片ROM的内容可以重复改写。ET44M210芯片的数据存储器RAM是单字节的静态存储器，总共有1321个，全部可以作为寄存器使用。在这些寄存器中有相当一部分已经赋予了特定的功能。如果这些功能进行分类，可以分为：通用寄存器、系统控制/初始化寄存器、特殊功能寄存器、USB控制/状态寄存器、无线调制解调器控制/状态寄存器/SPI控制/状态寄存器/定时器/计数器和I/O状态/控制寄存器等。ET44M210芯片所有功能的实现都是通过这些寄存器的设置来实现的。

通用串行总线集线器 (USB HUB) 含内置式、可进行1点对3点通信的USB集线器，符合USB1.1标准。数据上传速度为12Mbps，下行速度为12Mbps。5V电源可由PC计算机USB接口提供。

输入输出I/O接口，芯片最多可以有42个I/O引脚，通过有关寄存器的设置可以定义输入、输出、上拉电阻选用、开路输出选用和按键唤醒选择等。

定时器/计数器，除了通常的带预除器的8位计数器外，还有一个16位的“长时计数器” (FRC, Free Run Counter)，可以很方便地实现长时间定时或大容量计数。

3.3 天宇 TN95P1311-3k 芯片的介绍

本论文中 RFID 阅读器以 TN95P1311-3K 芯片为阅读器对象。

3.3.1 TN95P1311-3K 芯片的主要特点

TN95P1311-3K 芯片是由台湾天宇微机电股份有限公司生产的只读型无源射频识别应答器芯片的一种, 外形见图 3.4 所示, 主要特点有^[22]:



图 3.4 应答器外观图

- 符合 ISO18000-3 接口标准
- 载波频率 13.56MHz
- 只读存储数据 16 位 (含 65536 个编码)
- 采用 ASK 调制方式
- 可通过编程选择编码方式: NRZ 或 Manchester
- 内含时钟发生器, 数据传送波特率 3k Hz
- 内含整流和稳压电路, 可为芯片提供工作电流 ($4\mu\text{A} @ 2\text{V}$)
- 可通过编程选择睡眠时间 (编码发送间隙时间): 4ms~150ms

主要应用的范围有: 供应链管理、公路收费、防伪、医学和制药、家庭应用、汽车工业以及智能卡等领域。

3.3.2 TN95P1311-3K 芯片的工作原理^{[22][23]}

TN95P1311-3K 是一个无线电感应器 (transponder) 集成电路 (IC), 工作频率 13.56MHz, 只需要一个外部线圈和一个谐振电容, 即可构成一个无源的无线电感应器。

应答器由芯片和天线组成, TN95P1311-3K 芯片有六个引脚, 见图 3.5, 其中 ANTA、ANTB 用于连接天线和谐振电路元件, VPP、CLK 用于编程及测试, VDD、GND 用于编程时的电源引脚。

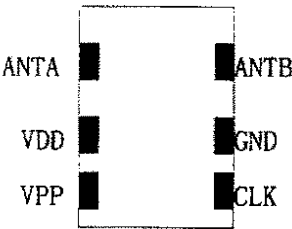


图 3.5 芯片引脚图

应答器内部结构如图 3.6 所示，下面将 TN95P1311-3k 芯片的工作原理说明如下：

- 电源供给：芯片的天线和电容（或分布电容）构成一个频率为 13.56MHz 的谐振电路，在进入阅读器的电磁场时感应电流，经整形、滤波后作为芯片的工作电源。系统还包含一个自动上电复位电路。
- 时钟生成：芯片将感应电压（频率也是 13.56 兆赫）32 分频后作为标签系统的时钟单元，并以此时钟单元产生数据传送波特率（3k 比特/秒）。

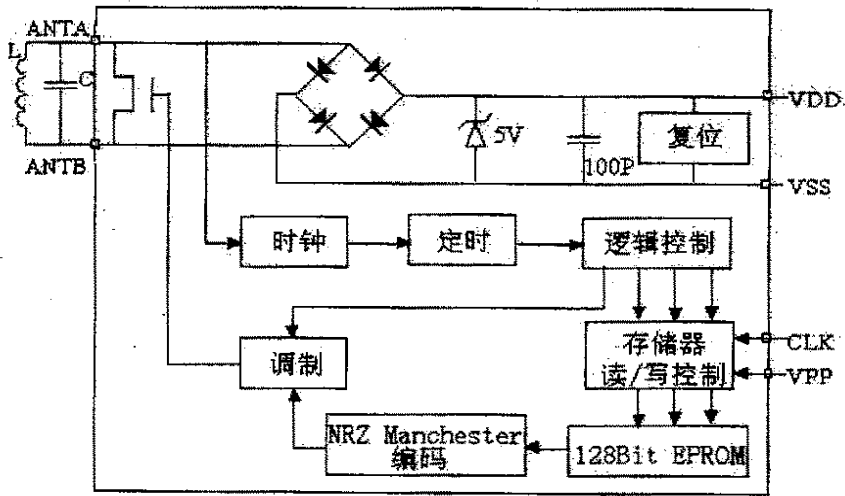


图 3.6 应答器内部结构框图

- 控制信号和代码写入：通过 VPP 和 CLK 引脚输入一定的波形序列，可以选择编码方式（NRZ 或 Manchester 方式），改变睡眠时隙（4ms~150ms），实现防冲突功能，还可以写入芯片代码。该芯片写入代码的方式是只读、一次型的（OTP 型）。
- 代码调制：芯片与阅读器之间的信息传递是通过改变芯片天线谐振状态，从而引起阅读器天线耦合谐振状态的变化来实现的，应答器芯片本身不发送电磁波。芯片内部含有一个用于控制芯片天线谐振状态的 CMOS 晶体管，当调制信

号为低电平时晶体管截止, 芯片天线进入谐振状态; 当调制信号为高电平时晶体管导通, 谐振电路短路, 芯片天线无谐振产生。芯片天线谐振状态的改变通过空间耦合, 影响到阅读器天线的谐振状态。因此, 阅读器天线在发送射频信号的同时, 因为来自标签芯片耦合状态的变化, 也就“感受”到接收到芯片的调制信号了。应答器芯片耦合引起阅读器天线上载波信号幅度的变化, 因此属于 ASK 调制方式。

图 3.7 为将应答器放置在阅读器天线附近, 使用示波器获取的一个波形实例, 例中芯片选择 NRZ 编码方式, 睡眠时间 40 毫秒。图(a)是芯片天线端的载波波形图和经检波器解调后的波形图, 图(b)是睡眠时间波形图。

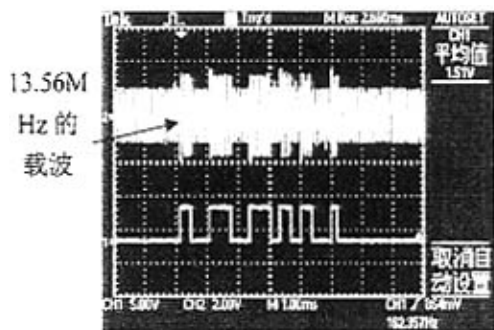


图 3.7(a) 天线端波形和解调后的波形

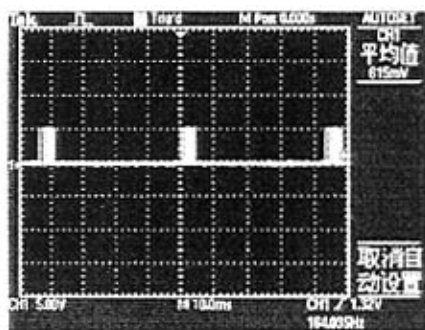


图 3.7(b) 睡眠时间波形

3.4 阅读器的设计

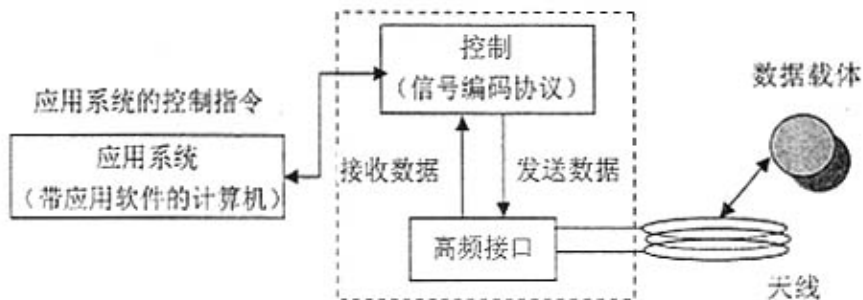


图 3.8 由控制系统和高频接口组成的阅读器框图
(整个系统的控制由一个外部应用系统通过控制指令来实现)

虽然 RFID 在耦合方式、数据传输方法、工作频率等方面存在很多的区别, 但所有的阅读器在功能原理上有一定的类同性。(见图 3.8)。

针对无源 RFID 芯片的阅读器均可以简化为两个基本的功能块: 控制系统和由发送器及接收器组成的高频接口^[3]。

3.4.1 阅读器高频接口的设计要求

阅读器的高频接口主要有如下任务：^[24]

- 产生高频的发射功率，以启动应答器并为它提供能量；
- 对发射信号进行调制，用于将数据传送给应答器；
- 接受并解调来自应答器的高频信号。

在高频接口中，有两个分隔开的信号通道，分别用于来往于应答器的两个方向上的数据流。传送到应答器中去的数据通过发送器分支，而来自于应答器的数据通过接收器分支来接收。

在发送器部分，首先由（频率）稳定的石英振荡器产生具有所需工作频率即 13.56MHz 的信号。为了不进一步影响应答器的极度微弱的接受信号的信噪比。对振荡器的相位稳定性和边带噪声提出了很高的要求。

振荡器信号被馈送到由信号编码的基带信号控制的调制级。此基带信号就是键控的恒压信号（TTL 电平），在此将二进制数据以串行码的形式（Manchester, Miller, NRZ）表示出来。根据调制器的类型会执行对振荡器信号的 ASK 或 PSK 调制。也可以进行 PSK 调制，此时基带信号会被直接馈送到频率合成器。

通过功率输出级使调制后的信号达到所需要的电平，然后就可以将它输出耦合到天线端上。

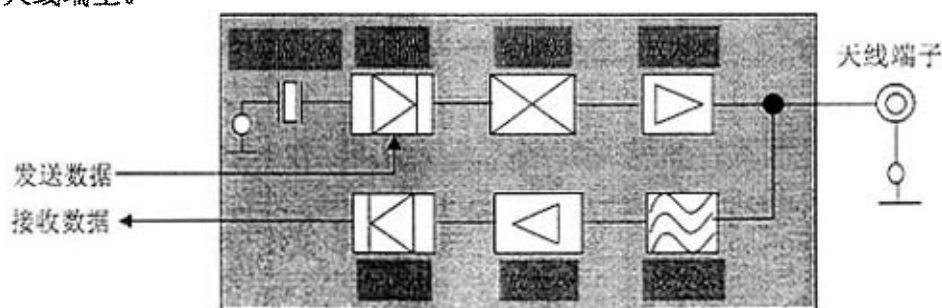


图 3.9 阅读器的高频接口电路图

接收器直接开始于天线端，前端的第一个组件是具有陡峭边沿的带通滤波器或者也可以是陷波滤波器。此滤波器的作用是最大程度地屏蔽发射器末级的强信号，并且只把应答器的信号滤出。对于采用副载波进行负载调制的系统，则对于开发合适的滤波器的任务不可低估，因为这里的发射与接受信号之间的差值只是副载波的频率。对于 13.56MHz 的系统，这里的典型的副载波的频率为 847kHz 或 212kHz（见图 3.9）。需要说明的是在本文设计的阅读器中并没有使用副载波。

3.4.2 阅读器的控制单元的设计要求

阅读器的控制单元担负着以下任务：^[25]

- 与应用系统软件进行通信，并执行应用系统软件发来的命令；
- 控制与应答器的通信过程（主—从原则）；
- 信号的编码与解码。

对于复杂的系统还有下列附加的功能：

- 执行反碰撞算法；
- 对应答器和阅读器之间要传送的数据进行加密的解密；
- 进行应答器和阅读器之间的身份验证。

为了完成这些复杂的任务，在绝大多数的情况下控制单元都拥有微处理器作为核心部件。加密逻辑过程，常常交由附加的 ASIC 组件来完成的，以减轻处理器计算密集型过程的负担。

应用系统软件和阅读器之间的数据交换是通过 RS232 和 RS485 串口（本论文中采用的是 USB 接口）来进行的。同普通的 PC 机一样使用的是 NRZ 编码（8 位异步）。波特率是标准的 1200Bd 的倍数（4800Bd，9600Bd 等等）。

高频接口与控制单元之间的接口过程示意图如图 3.10 所示。

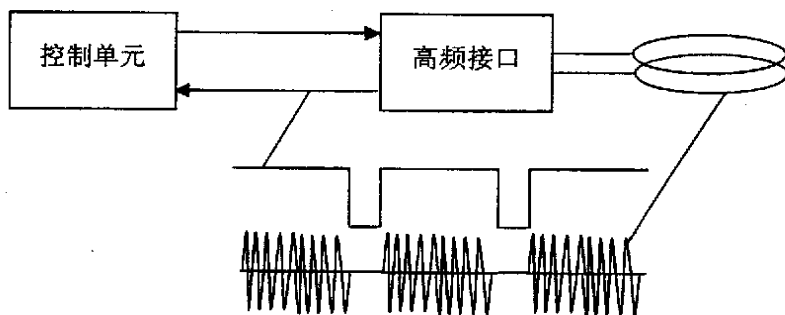


图 3.10 高频接口与控制单元之间的接口过程示意图

3.5 针对 TN95P1311-3K 芯片的阅读器电路设计

本课题设计的阅读器是针对天字的 TN95P1311 芯片的（详见 3.3 节天宇 TN95P1311-3k 芯片的介绍），工作频率为 13.56MHz，遵循 ISO 18000-3 国际标准。使用的微处理器是义统公司的 ET44M210（详见 3.2 节义统单片机 ET44M210 简介），和 PC 机的通信通过 USB 接口来进行。

本阅读器设计针对后面具体的应用，在功能上进行了一定的删减，如在高频接口中就没有使用发送器部分，因为设定了只要应答器进入磁场，一旦得到足够

的能量, 就开始向阅读器发送信号 (一段标签代码), 所以阅读器部分就无需对应答器发送任何命令。

总的来说, 本论文设计的阅读器主要完成一下三个功能:

- 产生高频的发射功率 (射频载波频率为 13.56MHz), 以启动应答器并为其提供能量;
- 接收并解码应答器发送的信号;
- 执行反碰撞算法;
- 处理解码后的信息, 如字符显示、语音提示、与微型计算机数据库进行通信等。

3.5.1 电路原理图

根据以上叙述, 针对 TN95P1311 芯片阅读器的参考设计电路如图 3.11 所示, 其原理说明如下:

1. 射频发送和天线

射频发送部分为系统提供频率为 13.56MHz 的载波。电路中的 U1 是一个 6 反向器集成电路 (74HC04) 芯片, 其中 U1A、晶振 Y1 和电容 C1、C2 构成一个正弦波振荡器。振荡器输出电流经 U1B~U1F 放大, 然后经过 L1~L2 和 C4~C7 组成的滤波器, 滤去不需要的频率成分, 最后由天线 L3 向附近空间发送 13.56MHz 的电磁波。

2. 接收和解码

天线 L3 同时也是一个接收天线。应答器通过电磁感应获取电源, 开始工作以后, 其天线输出状态的变化会影响到 L3, 天线耦合状态的变化会在 L3 天线载波上叠加一个应答器发送的编码信号, 这个信号就是我们所需要的。检波二极管 D1~D2 将信号检出, 电容 C9~C11、电感 L4~L5 构成滤波器, 将 13.56MHz 的载波信号滤去, 二极管 D3~D4 起到限幅的作用。电路中的 U3 是一个运算放大器 (CA3130) 芯片, 应答器发送的信号被放大 50 倍左右。

3. 信息处理

应答器信号的处理是通过微控制器 U2 (ET44M210) 芯片完成的。信号通过芯片的 IO 引脚 (PTD 0) 输入, 电路图 SW1、R4 和 C12 是复位电路, R5~R7 和 JP1 是 USB 接口电路, JP2 是外接电源接口, R13~R15 和 JP3 是微控制器芯片程序的专用写入接口。

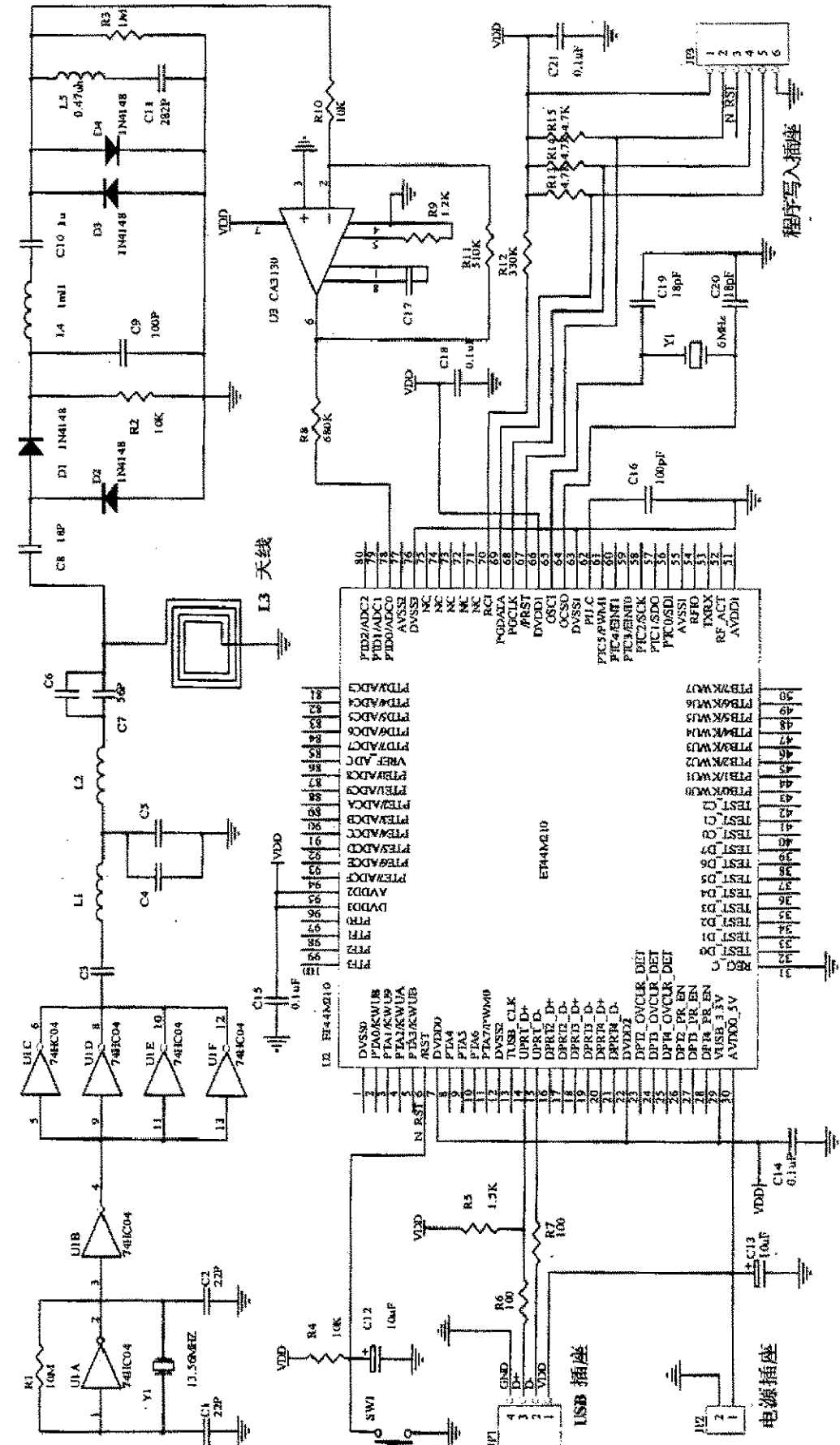


图 3.11 TN95P1311 芯片阅读器的参考设计电路

3.5.2 PCB 布局

本课题利用Prote199 SE设计阅读器电路原理图,并将其生成PCB板。PCB板是电子产品中电路元件和器件的支撑件,它提供电路元件和器件之间的电气连接。随着电子技术的飞速发展,PCB的密度越来越高。PCB设计的好坏对抗干扰能力的影响很大。因此,在进行PCB设计时遵守PCB设计的一般原则,同时在布线时还需要考虑相互干扰问题。PCB版图如附录所示。

即使在整个PCB板中的布线完成的都很好,但由于电源、地线的考虑不周到而引起的干扰,会使产品性能下降,甚至影响到产品的成功率。所以对电源、地线的布线要认真对待,尽可能的降低电源、地线所产生的干扰,以保证产品质量[26]。

总的来说PCB布局时候应该注意:

1. 按照电路的流程安排各个功能电路单元的位置,使布局便于信号流通,并使信号尽可能的保持一定的方向;
2. 以每个功能核心元件为中心,围绕它来进行布局。元件器件应均匀、整齐、紧凑的排列在PCB板上。尽量减少和缩短各元器件之间的引线和连接;
3. PCB设计时进行大面积的布地;
4. 电源输入端跨接电解电容器,防止干扰信号由电源线串入引起对整个电路性能的影响;
5. 注意高频电容的布线,连线应靠近电源端并尽量粗短,否则,等于增大了电容的等效串联电阻,会影响滤波效果。注意晶振布线。晶振与单片机引脚尽量靠近,用地线把时钟区隔离起来,晶振外壳接地并固定。
6. 电路板合理分区,如强、弱信号,数字、模拟信号。尽可能把干扰源与敏感元件(如MCU)远离。

还有要提及的一个问题就是天线的设计问题。一般来说,天线是有一定负载阻抗的谐振回路,阅读器同时具有一定的源阻抗。为了获得最好的性能,必须通过无源的匹配回路将线圈阻抗转换为源阻抗;然后通过同轴线缆即可无损失并无辐射地将功率从阅读器末级传送到匹配电路。

在天线设计中,还有一个重要参数品质因数 Q 。较高的品质因数会使天线线圈中的电流强度大些,由此改善对阅读器的功率传送;相反,天线的传输带宽刚好和品质因数值成反比变化,选择的品质因数会导致带宽缩小,明显地减弱阅读器接收到的调制信号。许多系统给出的最佳品质因数范围为30~60。

完成之后的印刷电路板如图 3.12 所示。

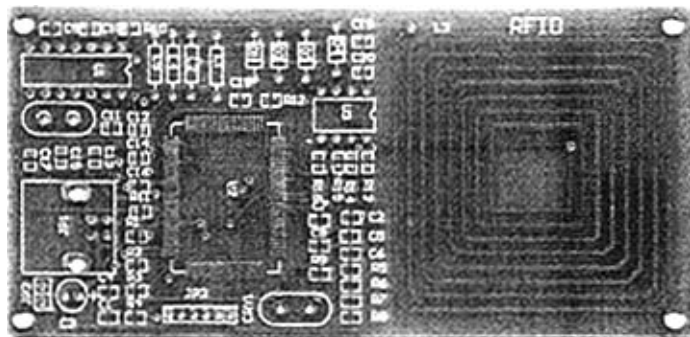


图 3.12 阅读器印刷电路板正面

在电路板上焊接对应的元器件后, 针对 TN95P1311 的阅读器实物如图 3.13 所示:

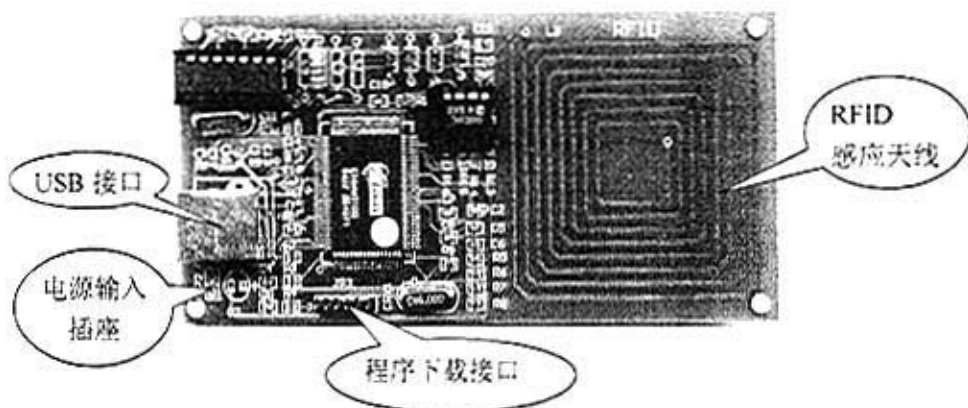


图 3.13 针对 TN95P1311 的阅读器实物图

3.5.3 阅读器的试验结果

一般来说, RFID 系统的性能有以下几个指标: 电子标签存储容量、数据传输速率、读写距离、多个标签识别的能力、标签与天线间的射频载波频率以及 RFID 系统的连通。^[27]

接下来的内容就围绕这 6 个性能指标, 描述本章节设计的 RFID 阅读器的试验结果。

1. 电子标签存储容量

基于存储器的系统有一个基本的规律, 那就是存储容量总是不够用。毋庸置疑, 扩大系统存储容量自然会扩大应用领域, 也就因此需要有更多的存储容量。一般来说, 只读标签的存储容量为 20 比特; 有源可读写标签的存储容量从 64

字节到 32KB 不等;无源可读写标签的存储空间从 48 字节到 736 字节不等。

本章节设计的 RFID 阅读器是针对天宇公司的 TN95P1311-3K 芯片的,此电子标签无源电子标签,是 OTP 型的,即一次性写入的 EPROM,存储容量为 16 位,即 16bit。

2. 数据传输速率

对于大多数数据采集系统来说,速度是非常重要的因素。由于当今不断缩短产品生产周期,要求读取和更新电子标签的时间越来越短。RFID 只读系统的数据传输速率取决于代码的长度、电子标签的数据发送速率、读写距离、电子标签与天线间载波频率,以及数据传输的调制技术等因素。传输速率随实际应用中产品种类的不同而不同。

TN95P1311-3K 芯片内含时钟发生器,芯片将感应电压(频率是 13.56 兆赫)32 分频后作为标签系统的时钟单元,并以此时钟单元产生数据传送波特率为 3k Hz。

3. 读写距离

读写距离是 RFID 系统中一个很关键的性能指标,是由多种因素决定的,如标签的类型、电磁场噪声、标签的角度、天线的类型、阅读器和标签的相对速度以及政府的规定等。现有 RFID 系统的读写范围从小于 1 英寸(2.54cm)到超过 29 英寸(73.66cm)不等,使用频率 13.56Mhz 的读写系统读写范围更可达到 8 英尺(2.4 米)。通常在 RFID 的应用中,选择恰当的天线,即可适应长距离读写的需要。

对于本论文设计的阅读器,当使用天线直径 2.8 厘米的标签芯片时,阅读器最大只读有效作用距离约为 5 厘米;使用天线直径为 0.8 厘米的标签芯片时,有效作用距离约为 0.5 厘米,最大作用距离与所使用的电子标签天线的类型、大小和性能有关。

4. 多个标签识别能力

这是对于有防冲突功能的 RFID 系统来说的,就是说在 RFID 系统进行工作时,若同时有两个或两个以上的标签在阅读器的工作范围内,并向阅读器发送数据,在这种情况下阅读器仍可以正常工作,并对这些电子标签能进行正确的识别的能力。

本论文设计的阅读器是具有防冲突功能的,主要利用的是四种方法中的 TDMA(时分多路)法。把整个可供使用的通路容量按时间分配给多个标签,每个电子标签在发送完数据后会进入 40ms 的睡眠时间,属于应答器控制的方法,同时识别的电子标签可累计至 6 个。

5. 标签与天线间的射频载波频率

选择 RFID 系统时, 一个很重要的考虑因素是用于电子标签与天线间传输数据的载波频率波段。美国联邦通信委员会限定的工作频段是低 (50-500Khz)、中 (13.56Mhz) 或微波 (0.9-2.5Ghz)。微波系统有潜在的长射程的优势, 但它有一个被称为“驻波无效” (Standing Wave Nulls) 的缺点。低频系统不存在这些问题。而且, 这些系统不会受到磁场内湿度的影响。对不同工作环境的良好适应性使得中低频系统成为大多数应用的最好的解决方案。

本文设计的 RFID 阅读器使用的载波频率为 13.56Mhz, 属于中波频率, 没有使用副载波。

6. RFID 系统的连通

作为自动化系统的发展分支, RFID 必须能够集成现存的和发展中的自动化技术。RFID 系统要具备如直接与个人计算机 PC、可编程逻辑控制器 PLC 或工业网络接口模块 (现场总线) 相连的功能, 从而降低安装成本。

在这里设计的 RFID 阅读器其中的一个特点就是, 阅读器可以通过 USB 接口和主机通讯, 使用时非常便捷, 其连通性使该阅读器能够提供灵活的, 易于集成到广泛的工业应用中去的 RFID 系统。

表 3.1 是对上述结果进行的总结。

表 3.1 实验结果总结

性能指标	标签容量	数据传输速率	读取距离	多标签识别能力	载波频率	系统通讯
	16bit	3kbit/s	0.5cm~0.8cm	6 个	13.56MHz	USB 接口

3.6 关于阅读器设计的讨论及总结

在本小节首先讨论一下本文设计的 RFID 阅读器的不足之处, 再对阅读器设计做一个总结。

一个是阅读器对标签的读取距离问题。由于读取距离是 RFID 系统中一个很关键的性能指标, 各项不同的应用对于读取距离的要求也是不一样的。通常认为工作在 13.56MHz 的 RFID 系统, 其最大的读取距离可达 1 米。对于本论文设计的阅读器, 当使用天线直径 2.8 厘米的标签芯片时, 阅读器最大有效作用距离约为 5 厘米; 使用天线直径为 0.8 厘米的标签芯片时, 有效作用距离约为 0.5 厘米。这样的读取距离虽然有时候能符合一小部分的应用的要求, 但现实中有很多的原因促使我们寻求更大一点的读取距离, 所以这方面还有待改进。

再一个是速度问题。一个是阅读器对于标签的读取速度, 即指阅读器在一秒内可以读取的标签数量。还有一个是在保证可靠正确读取时, 标签相对于阅读器的最大速度, 标签相对于阅读器的速度与最大读取距离一起决定了标签在阅读器作用范围内的停留时间。RFID 技术和条码技术相比的一个优势就在于有比较快的读取速度。现实生活中快速的识别对于公司的物流程序、大型仓库、诊所或者货物的运输以及在商业中都很重要。而本阅读器设计时在这方面的考虑比较欠缺, 只是考虑到了对于静态标签的读取。

还有一个是对标签的写入问题。支持信息写入是 RFID 较条形码的又一个优势。传统条形码里面的信息是只读的, 如果你想改变里面的内容, 增加新的信息, 你只能重新打印一张条码, 旧的条码就被废弃了; 而 RFID 标签支持信息写入, 你可以在标签制造出来以后通过 RFID 的读写系统随时写入你想要增加的信息。这一点对于物流中的节点记载、货物追踪特别有用。在设计 RFID 系统时, 单纯实现无接触读取射频标签信息的设备称为阅读器, 单纯实现向射频标签内存中写入信息的设备称为写入器。本设计只是考虑了读取标签的功能, 未能将写入的功能深入研究, 加以实现, 也是一个遗憾。

以下是对 RFID 阅读器设计的一个简单总结。

RFID 阅读器的任务是控制射频模块向标签发射读取信号, 并接收标签的应答, 对标签的对象标识信息进行解码, 将对象标识信息连带标签上其它相关信息传输到主机, 以供处理。根据应用不同, 阅读器可以是手持式或固定式。阅读器在 RFID 系统中起到举足轻重的作用, 首先阅读器的频率决定了 RFID 系统的工作频段; 其次, 阅读器的功率直接影响射频识别的距离。

按照功能进行模块化设计, 阅读器可以简化为控制系统和由接收器和发送器组成的射频模块两个基本的功能块。

控制系统通常采用 ASIC 组件和微处理器来实现其功能, 主要功能为: 与应用系统软件进行通信, 并执行从应用系统软件发来的动作指令; 控制与标签的通信过程; 信号的编码与解码; 执行防碰撞算法; 对读写器和标签之间传送的数据进行加密和解密; 进行读写器和标签之间的身份验证。

射频模块的主要功能为: 产生高频发射能量, 激活标签并为其提供能量; 对发射信号进行调制, 用于将数据传输给标签; 接收并解调来自标签的射频信号。

在极低能量供给的工作条件下, 协议级和电路级的优化都已几近极限, 所以进一步的优化应该把这两者联系起来, 结合电路实现来考查协议的功耗。RFID 系统中电子标签所获能量微弱, 无力再向周围发射无线电波, 只能反射来自读写器的电磁波; 不同电子标签对来自读写器的辐射波的反射具有相同的频谱特征, 阅读器不能区分; 电子标签的电路设计不能太复杂, 电子标签和电子标签之间无

法互相联络来协调数据回送（反射）的过程。这样碰撞问题的解决只能依靠阅读器利用发射出去的数据来控制电子标签的响应并分析来自电子标签的响应，通过反复询问，调整控制，最终使某一时刻只有一个电子标签响应读写器，并且每一个电子标签都有响应机会。解决防碰撞问题有以下几种方法：空分多路法使不同的电子标签分别进入阅读器的有效工作空间；频分多路法使不同的电子标签分别使用不同的工作频率；时分多路法使不同的电子标签分别占有不同的通讯时间。

第四章 “药品有声查询管理系统”的应用 解决方案与样机制作

4.1 药品管理领域现状

医疗领域每年都会发生大量的处方、药品配送和服药等方面的错误,从而导致许多医疗事故、产生大量误工时间和法律诉讼,据统计,每年在这些方面造成的损失就高达 750 亿美元^[28]。

2004 年 9 月的一份新民晚报上有这样的一篇报道:早晨,上海市杨浦区中原路上的一德大药房沧海店的吴经理像往常一样开始对前一日销售情况进行盘点。通过登记的销售情况和电脑里的药品库存相对照,一位工作人员无意说了一句:“怎么多了瓶‘强的松’?”在药品打了 20 多年交道的吴经理一下子跳起来,职业的敏感让她迅速查看了外包装极其相似的“强的松”和“优降糖”的销售记录。果然,她发现在给某顾客的销售过程中,营业员将一盒“优降糖”当作“强的松”卖了。“这个顾客自称做过肾移植,而‘优降糖’的说明里明确写着,肾移植的病人是禁用的。”

记者看到这两盒药除了药名外,其余包装大小、颜色、样式全部相同,远看起来,确实难以分辨。据悉,这已经是这两种药第三次发生了错发事故。去年年底,上海雷允下下属欧凯药房误将 10 瓶“强的松”当成“优降糖”卖给顾客,经多方查询无果后,通过沪上媒体公开寻找购药人,终于追回了可能延误病情的错药。

“包装统一其实是现在国际大型制药企业的一种潮流,外国大公司的药品包装除了字不同,其余都一样,就是为突出其规范化。”信谊制药的杨毓方称,信谊制药的处方药也是要考虑到要规范化,所以整体设计了统一的包装形象。但是这样的统一包装很容易引起药品混淆,误服后很可能导致严重的后果。

世界卫生组织 (WHO) 的报告说,每年世界各地因假冒药品而引起的死亡超过 10 万例。据 Med Ad News (2004 年 11 月号)说,制药行业 2003 年因假冒药品的销售而损失了 20 亿美元,如果不采取更有利的安全措施,预期到 2009 年将损失 680 亿美元之巨^[29]。

伪劣药品可以致人死命,向有病的人提供错误药品会有严重后果。专家相信 RFID 在这个领域可以起到重要作用。

使用 RFID 技术,一方面能有效地避免因人为的错误而导致的严重后果,另一方面能遏制假冒伪劣药品的泛滥,而目前假冒伪劣药品在全球药品市场中占据了 10% 的份额。

在药品上使用 RFID 防伪技术, 几乎可以保证的是, 它使这种药品无法被仿制。当药剂师接到批发商送来的药品时, 他只要拿根棒子在药瓶上挥一下, 然后就可以在网上相关的资料库中查询到这瓶药的来历。如果资料中说这种瓶药失踪了, 或者系统没有这瓶药的记录, 那么这瓶药就相当可疑了。

美国食品药品监督管理局 FDA 在 2004 年初也加入了 RFID 的阵营, 并宣称今后所有进口药品都必须加贴电子标签, 以保证对药品的监督与管理。

此外, RFID 技术的防伪、防窜货功能使得广大药厂对之表示出了浓厚的兴趣, 如: 上海罗氏制药有限公司、阿斯利康制药有限公司、广州侨光制药有限公司等都非常关注 RFID 技术, 并希望了解国内供应商的相关信息。

4.2 RFID 药品查询管理系统概述

本课题在前面章节设计的 RFID 阅读器的基础上, 给出了一个应用实例: RFID 药品查询管理系统。

在这个系统中, 将射频识别 (RFID) 与音频压缩技术相结合, 构成一个试验性的 RFID 药品查询管理系统, 不仅工作人员可以对药品进行管理, 病人也可以对所使用的药品进行查询。RFID 技术主要用于药品的识别, 音频技术主要用于药品语音提示, 目的是为了有效的避免发错药品, 实现 " 不给任何偶然情况以机会 ", 从而确保了消费者用药的安全。

使用该 RFID 药品查询管理系统, 药房发药时只要将药品在标签阅读机上方 " 晃过 ", 取药的手续就办完了, 一个诺大的医院只要有一、二个发药窗口就够了。对一些至关人命的、有毒的药品, 在发药过程中会自动提示, 并有追踪纪录, 绝对可以避免发错药品这类人为事故。此外, 如果病人对药品的性能或使用方法不甚理解的话, 也只需要到非接触的药品查询机前 " 晃过 ", 就可以听到语音解释或屏幕显示。该 RFID 药品查询管理系统就是将来 " 未来药房 " 中会用到的管理设备的一个雏形。

4.3 系统框架及功能特点

RFID 药品查询管理系统需要将 RFID 识别和音频处理集成在一起, 为此提出一个带语音的 RFID 射频识别系统架构。该架构由 6 部分组成: 微控制器、RFID 识别、音频压缩处理和播放器、LCD 显示、USB 接口和数据库。如图 4.1 所示。

该系统功能特色有:

- 可以非接触地识别各种药品, 还有语音提供详细信息和善意忠告;
- 所有取药或识别的过程都在 PC 机上有记录, 对药品安全管理有重要意义;
- 通过 USB 接口与 PC 计算机通信, 通用并且方便;

- 有强大的数据库支持，可存储、添加、修改、查询信息。

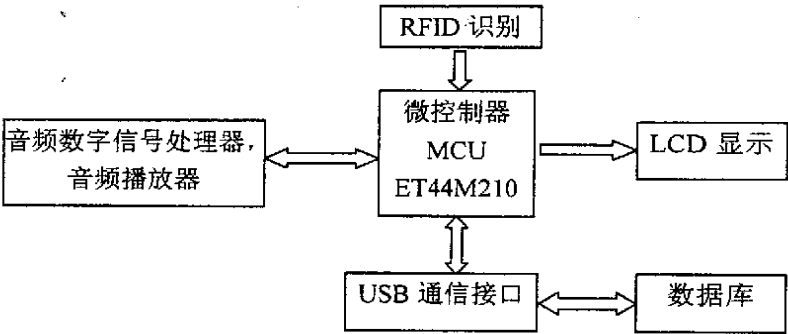


图 4.1 RFID 药品查询管理系统架构框图

4.4 样机系统硬件实现

本系统中用作射频识别研究的是台湾天宇公司（Tangent）生产的 TN95P1311-3k 芯片，并采用前面章节所述的自行设计的阅读器进行读取。语音处理采用台湾义统电子股份有限公司（ETOMS）提出的新型 J2A 压缩算法，该压缩算法采用义统公司生产的专用芯片 ET83X431 实现。微控制器采用义统的 ET44M210。TN95P1311-3k 芯片、相应阅读器以及 ET44M210 在前面的章节中都已经有所介绍，在这里主要再介绍一下 ET83X431。

4.4.1 语音压缩/解压缩 ET83X431 芯片

音频处理部分包括声音信号的放大、A/D 转换、音频压缩/解压缩等，其中难点在于压缩和解压缩环节。系统采用 J2A 压缩算法，因此采用 ET83X431 芯片，可直接由 MCU 控制，通过内置的声音接口寄存器集、数字过滤来实现压缩解压缩。ET83X431 芯片的引脚图如图 4.2 所示。

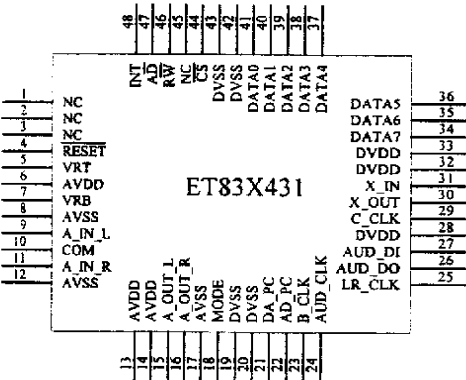


图 4.2 ET83X431 声音编码解码器芯片引脚图

ET83X431 芯片完成音频数据的压缩和解压缩处理。其程序设计流程如图 4.3 所示。

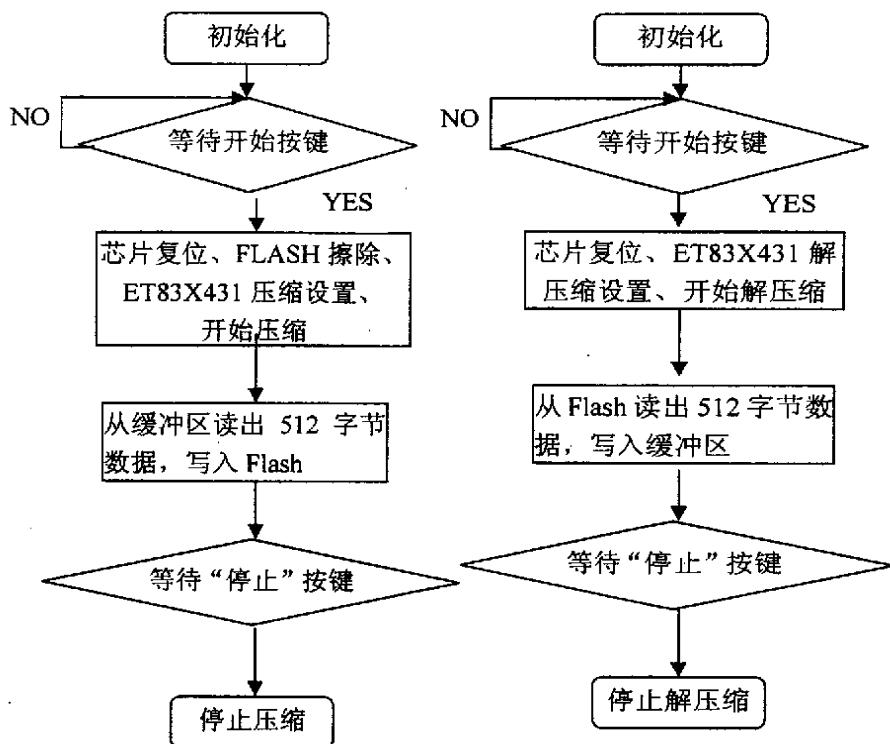


图 4.3 ET83X431 音频数字信号压缩/解压缩程序流程图

ET44M210 芯片通过其 GPIO 口控制 ET83X431 的工作。ET83X431 芯片提供压缩和解压缩两种工作模式，以及 64BYTE 的音频数据缓冲区。当设置好 ET83X431 的工作模式后，在压缩工作模式下，ET83X431 将 A/D 转换后的音频数据进行压缩后放在其数据缓冲区内，ET44M210 MCU 可通过其数据、地址复用线 D0~7 读出其压缩后的数据；在解压缩工作模式下工作原理也大致相同。在使用时需要注意的是 ET83X431 的数据缓冲区不能溢出或者为空，否则的话会产生很多噪音，因此在压缩工作模式下，在读出缓冲区内压缩数据之前必须先检查缓冲区内数据是否大于要读出的数据；在解压缩工作模式下，在写入数据到缓冲区之前也必须先检查缓冲区是否能够放下要写入的数据。^[30]

4.4.2 微控制器 ET44M210 控制接口

4.4.2.1 MCU 和 RFID 识别模块接口

在 RFID 识别模块中，阅读器读取药品标签的 ID 后，将 ID 数据经 ET44M210 的 PORTD0 送至 MCU 作进一步的处理。TN95P1311 芯片的输出信号为 NRZ 码

格式, 该信号由阅读器接收, 经过检波、波、放大后, 其波形如图 4.4 所示。

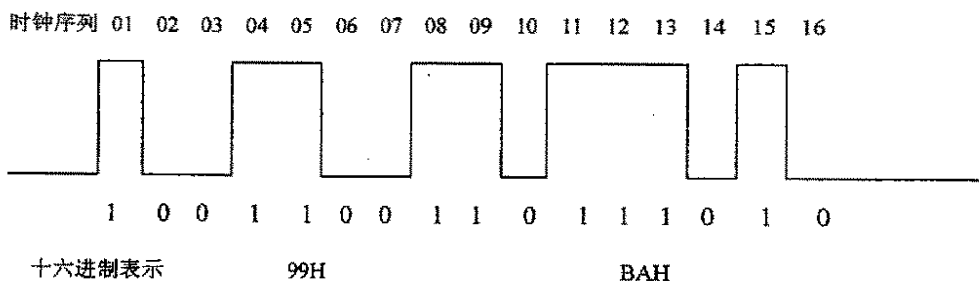


图 4.4 TN95P1311-3k 芯片的输出信号格式

4.4.2.2 MCU 和音频模块接口

音频处理部分的功能模块如图 4.5 所示。主要包括:

- 音频采集: 通过话筒及音频线路输入获得模拟的声音信号
- A/D、D/A 转换: 使用 PCM3008 芯片完成
- 压缩/解压缩处理: 使用 ET83X431 芯片完成
- MCU 的控制: 使用 ET44M210 微控制器完成
- 音频数据的存贮: 使用 K9F2808U0B FLASH 芯片完成
- 音频播放: 外接音频放大器, 耳机, 扬声器

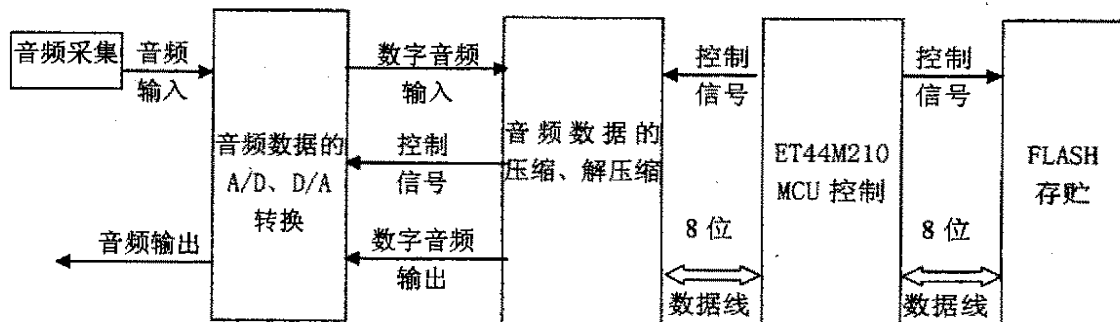


图 4.5 音频处理部分的功能模块图

整个音频模块的工作由 ET44M210 通过其 48 个 GPIO 口向音频子系统发送控制时序完成。其中 MCU 的 PORTA 口作为 FLASH 的数据口, PORTB 口作为 ET83X431 的控制口, PORTD 口作为 ET83X431 的数据口, PORTE 口作为 FLASH 存储器的控制口。ET44M210 MCU 与 ET Audio 控制接口如图 4.6 所示。

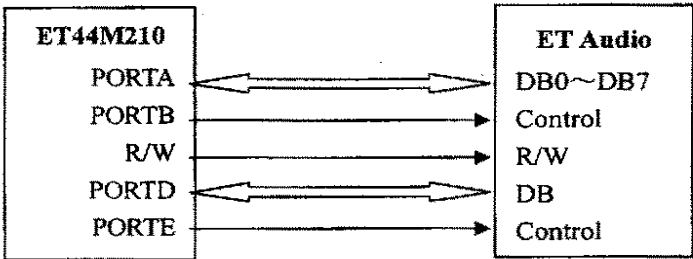


图 4.6 MCU 与音频子系统的接口

4.4.2.3 MCU 和显示模块接口

药品提示显示在一块点阵式液晶显示屏（LMC-SSC2A16-01 Serial）上，每行最多 16 个字符，共两行，字符地址如表 4.1 所示。^[31]

表 4.1 显示字符的地址

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Line 1	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
Line 2	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF

显示的内容为药品的 ID 和名称，LCDM 和 ET44M210 的接口连接如图 4.7 所示。

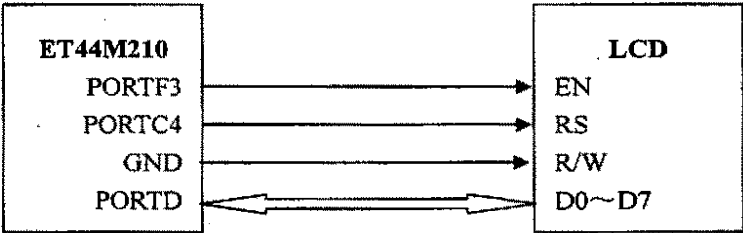


图 4.7 MCU 和 LCDM 的连接

4.5 样机系统软件实现

4.5.1 射频识别部份程序设计

射频识别部分主要由阅读器和药品标签两者构成。阅读器程序的任务是：当电子标签进入阅读器有效距离范围内时，从标签中解读出信息，这个信息就是每个药品的唯一标号 ID。所读取的信息既可以在 LCD 上显示，也可以通过 USB 接口传送到 PC 主机。这是整个 RFID 药品查询管理系统中的首要任务，也是最

重要的环节。程序的主要流程如图 4.8 所示，现说明如下。

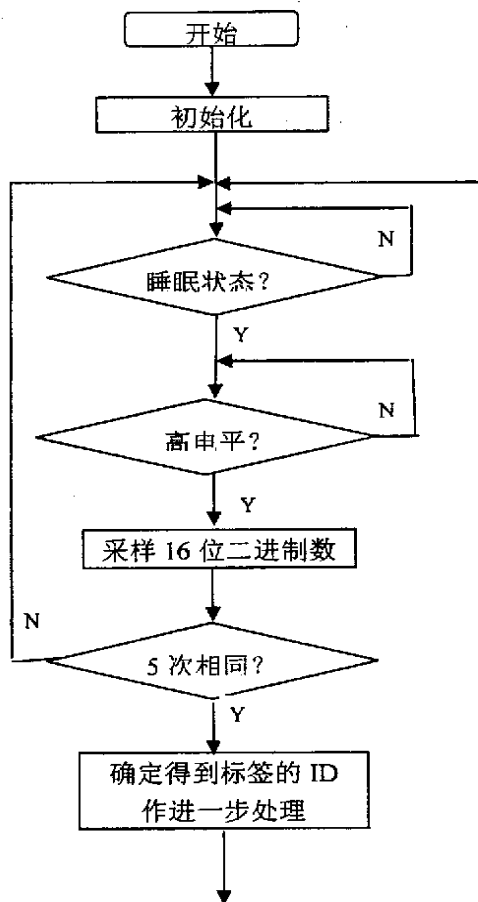


图 4.8 射频识别程序流程图

1. 初始化程序：将程序中要用到的 ET44M210 的 I/O 口或寄存器进行分配和初始化，避免发生冲突。

2. 判断是否进入睡眠时间范围。

由前面第三章中关于 TN95P1311 芯片的介绍可知，电子标签在进入阅读器有效距离范围后，开始发送数据（16 位 ID），间隔一段时间后，继续发送数据，这中间的间隔时间我们称为睡眠时间。所以，电子标签获得能量以后，要么处于睡眠状态，要么处于发送数据状态。

在 RFID 药品查询管理系统设计中，睡眠状态是 40ms 的持续低电平状态，由图 4.9 可知发送数据时一位的信号周期是 300 μ s，16 位共计 4800 μ s（即 4.8ms）。所以在判断是否进入睡眠时间范围时，首先是判到低电平状态，其次此低电平状态持续的时间要起码要超过 4.8ms。

3. 如果进入睡眠时间状态了，就开始检测是否有高电平到来。

因为电子标签 ID 资料为非同步传送，必须有一个高位信号来触发微处理器，

所以必须自己设定一些位元来做同步的动作。例如在图 4.4 中, 可以利用前八位 99H 来做同步, 位元数也可以是四位或者更低。

在 RFID 药品查询管理系统中, 我们设定了每个电子标签的 16 位 ID 的十六进制表示形式是 9XXX, 所以一旦电子标签从睡眠状态转入发送数据状态, 必然会检测到一个高电平, 这个高电平就是 ID 的第一位数据信息。

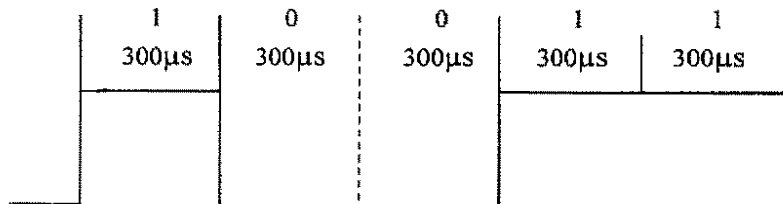


图 4.9 一位信号周期为 300μs

由图 4.9 可知, 一位高电平的信号周期为 300μs, 我们可以从 0 μs 检查信号是否为高电平, 然后延迟 280μs 再检查是否为高电平, 如此的检查方法可以使 0 μs 到 280μs 的不稳定信号滤除, 剩下的 20 μs 再定一个扫描周期来做扫描。如图 4.10 所示, 例如接下来扫描周期为 1μs, 理论上只要扫描 20 次即可, 但是资料在传输时可能会有一些延迟, 所以最好多于 20μs, 当有两个 1 或 0 时, 也可以用此方式计算可扫描范围, 可决定最多可取多少连续的 1 或 0。^[32]

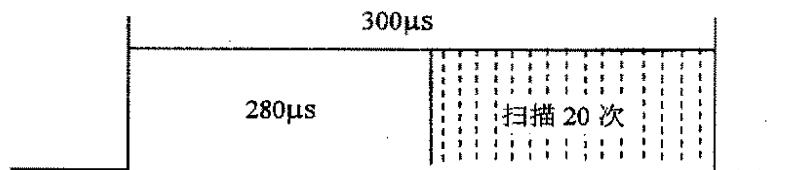


图 4.10 高电平扫描示意图

4. 如果高电平到来了, 判到同步位元了, 就准备开始采样 16 位数据, 采样的方法多种多样, 可根据实际情况选择。

在 RFID 药品查询管理系统中, 我们对每位数据采样一次, 采样点位于每一位的中间, 如图 4.11 所示。由于是采样一次, 所以采样的位置要尽量位于中间。因此在开始采样后, 要适当延时 150μs 再开始采样, 以后每次延时 300μs, 一共要检测 16 位。

5. 为了提高可靠性, 采样了对于同一标签要连续采样 5 次, 如果每次采样所得的 16 位 ID 均相同, 则采样成功。若有一次不相同, 则重新开始采样, 大大提高了可靠性。将检测到的 16 位电平信息整理成 2 个字节, 送到寄存器 Buffer 暂存。

6. 得到 16 位 ID 后, 根据需要做进一步的处理。如送 LCD 进行字符显示,

根据得到的 ID，显示相应的药品名称；送音频处理模块进行语音提示；通过 USB1.1 接口将数据上传到 PC 机后再作进一步的处理等等。

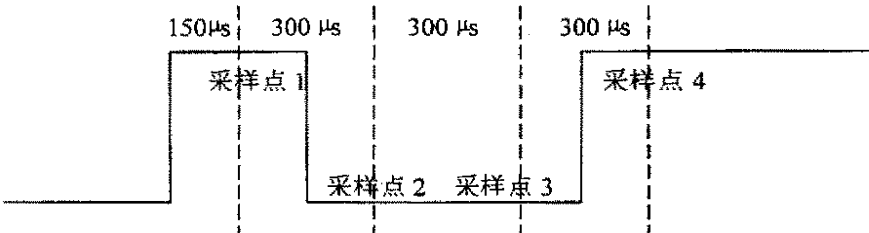


图 4.11 采样示意图

4.5.2 声音信号处理程序设计

RFID 药品查询管理系统中，一个很重要的功能就是能够进行语音提示，提示当前药品的名称，功能主治，用法用量等等。对于药品的使用者来说，可以起到使用提示的作用；对于药品的发放者来说，提醒用户避免药品的发放错误。

在使用之前，用户可以把事先设置好的对应某一药品的一段语音提示录入管理系统，使用的时候，针对特定的药品，系统会自动搜索到对应的语音进行播放。在本系统对音频信号的处理中，我们主要使用义统公司的 ET83X431 芯片。

使用 ET83X431 芯片，主要处理音频的压缩和解压缩。在程序设计中，进行音频解码时，需要把音频数据的首地址传给 ET83X431，根据地址取数据并且以地址递增的顺序播放。当 ET83X431 接收到 RFID 解调信息之后，对产生的数据进行检索，并根据检索得到的编号进行播放，本系统在 BANK2 中存放播放地址列表，表中存放的是每一段的录音的 FLASH 地址，在播放时只要根据索引查表就能得到录音的首地址和结束地址，然后进行解码。索引表格式如表 4.2 所示。音频播放器播放音频的流程图如图 4.12 所示。^[30]

表 4.2 地址索引表

0x80	0x81	0x82	0x83	0x84	0x85
ADDR_M1	ADDR_H1	ADDR_M2	ADDR_H2	ADDR_M3	ADDR_H3

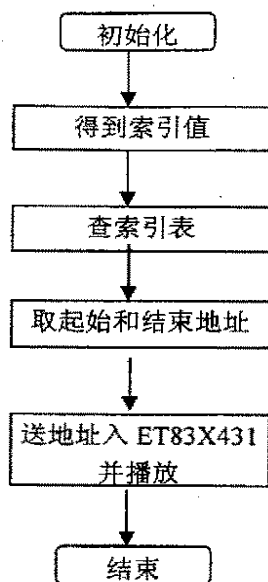


图 4.12 音频播放流程图

4.5.3 LCD 显示

在得到药品的ID后，系统在LCD液晶显示屏上给出该药品的简单信息，如药品名称。显示的程序比较简单，如图4.13所示。接通电源后，LCDM自动初始化；首先擦除显示屏的内容，然后设置第一行的首地址；然后写入第一行的内容；再设置第二行的首地址，然后写入第二行的内容。

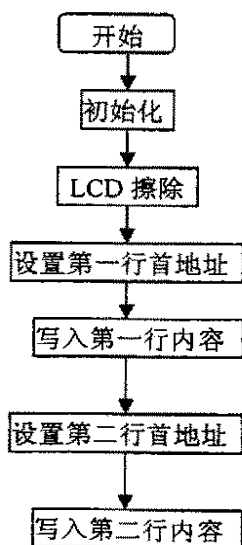


图4.13 LCD显示程序流程图

4.5.4 USB 数据通信

系统使用 USB 接口和主机通信, 在主机上做进一步的处理。由于 ET44M210 微控制器内部已经集成了一个支持 USB1.1 标准的通信接口, 因此系统很容易就可以实现与主机的高速 (12MHz) 数据通信。

使用 USB 数据通信时, PC 计算机是主机, ET44M210 芯片应用系统是装置, 两者关系参照图 4.14, 固件程序即写入 ET44M210 的程序。

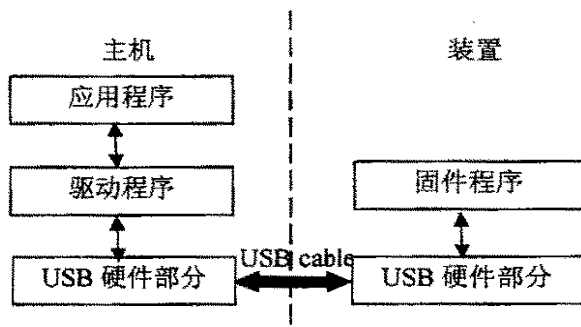


图 4.14 USB 主机与装置的关系

两者在进行通信时必须遵照 USB1.1 协议。USB 传输的控制权掌握在主机端, 不论是控制命令还是资料传输时, 装置只是在回应主机的动作, 传输架构见图 4.15^[33]。在 PC 主机端, 主机要控制管理整个传输过程, 包括数据帧的管理、事务管理、错误处理、电源管理及一些状态控制等; 在 USB 装置端, 由芯片根据协议要求对 USB 寄存器内容进行设置、协议内容收发、数据收发、错误处理及其它主机控制器命令的响应等, 现分别叙述如下。^[34]

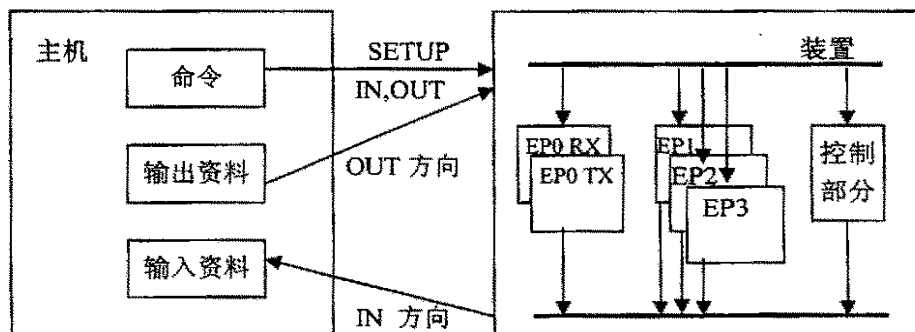


图 4.15 USB 传输架构图 (EP: endpoint)

1. 主机端程序设计

当 USB 设备插入 ET44M210 USB 端口时, 必须先按照协议要求, 使 PC 主机识别此设备, 其程序流程如图 4.16 所示。如果所连接的设备不是标准的人机接口

设备(HID DEVICE),则需要由程序设计人员指定驱动程序。驱动程序的编写是一件比较复杂的工作,驱动程序要完成发送 USB 命令、解析设备描述符、与设备进行数据传输、指定设备配置及提供应用程序接口的功能,可参照微软公司的 DDK 语言,并结合 ET44M210 USB 接口的特点来编写。

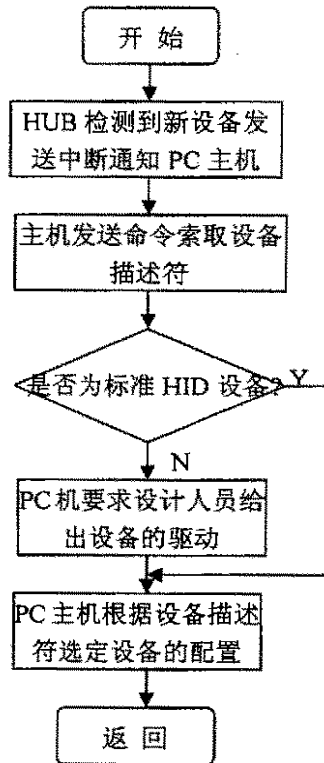


图 4.16 PC 主机识别 USB 设备的流程图

对用户而言,所有的应用程序都通过I/O控制调用来访问设备。用户的应用程序首先通过调用Win32函数CreateFile()来取得设备驱动程序的句柄。然后,用户程序使用Win32函数DeviceIoControl()来提交I/O控制码,并且为函数Createfile()返回的设备句柄设置I/O缓冲区。Windows API包含3个与设备交换数据的函数ReadFile、WriteFile、DeviceIoControl,前面两个为单向传输数据的函数,用来读取、写入数据到驱动程序内,DeviceIoControl函数可以实现双向传输数据。

2. 装置端程序的设计

对于装置端的程序设计,主要是要完成对芯片的 USB 模块的初始化、集线器、端点的状态控制以及对 USB 数据收发的控制子程序的编写等。其程序流程图如图 4.17 所示。

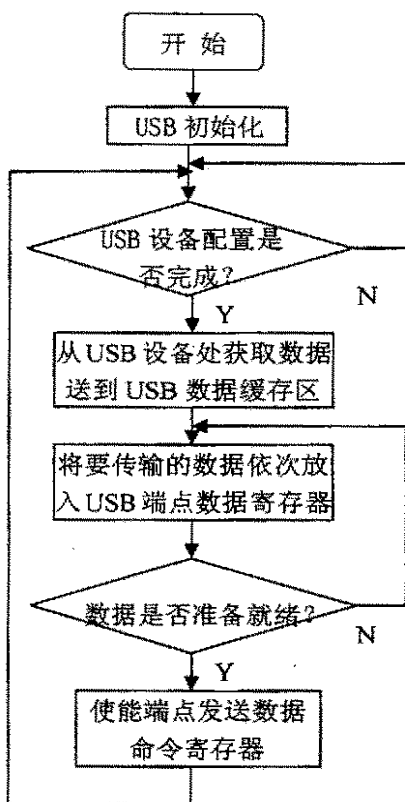


图 4.17 USB 接口应用程序流程图

4.5.5 PC 端软件简介

RFID 药品查询管理系统通过 USB 接口和 PC 机进行通讯,以便更好的管理数据。由于和 PC 机的通讯是经过 USB 来进行的,使用起来很方便;所有有关 RFID 标签所对应的信息数据的管理则通过数据库来管理的。主要的信息包括药品名称、作用类别、功能主治、不良反应、用法用量、注意事项等,另外还附有该药品的图片。对于数据的管理,主要设有查询、修改、添加、删除等操作。

本系统使用 Visual C 6.0 编写了 PC 端的应用软件,数据库使用的是 Microsoft 的 Access,软件操作简单,性能可靠。应用程序运行后的界面如图 4.18 所示。




图 4.18 RFID 药品查询管理系统应用软件界面

整个系统由两大部分功能组成：

1. 查询功能


用户将设备和 PC 端通过 USB 相连后，启动程序，点击工具栏中的开始查

询按钮  (如果 USB 没有连接好，系统此时会给出“不能连接到 USB 设备!”的提示信息)，将要查询的药品放于设备上，LCD 液晶屏会显示药品的名称，同时播放该药品的简单信息提醒，更进一步的信息会显示在电脑屏幕上，包括药品名称、英文名称、通用名、作用类别、功能主治、不良反应、用法用量和注意事项的信息，同时附有该药品的图片一幅。

所有的查询都结束后，管理员可以点击工具栏中的停止查询按钮 ，查询功能结束。

2. 修改功能

管理员可以对现有的所有药品进行修改，主要是添加和删除功能。

要进行添加，点击工具栏中的添加记录按钮 ，在各项的编辑框中输入相应的信息，该药品的信息就添加到数据库中。可以使用工具栏中的上一条记录、下一条记录进行查阅。

删除功能更加方便，在界面上显示你要删除的记录，点击删除记录按钮 ，

相应的记录就会从数据库中删除。可以使用工具栏中的上一条记录、下一条记录进行查阅。

所有功能都完成后, 请点击工具栏中离开按钮, 结束程序。

4.6 实验系统总结

在自己设计的 RFID 阅读器的基础上, 实现了 RFID 药品查询管理系统这个应用实例。该系统使用义统公司的 ET44M210 微控制器芯片为处理核心, 采用天宇公司 TN95P1311-3k 芯片为标签, 应用义统公司的 ET83X431 芯片完成音频压缩解压处理。系统可以实现药品识别、语音说明、以及药品查询管理。系统的外形如图 4.19 所示, 图 4.20 是系统的内部组成图及带标签的药品照片, 图 4.21 是对整个系统进行操作的照片。



图 4.19 RFID 药品查询管理系统外观图

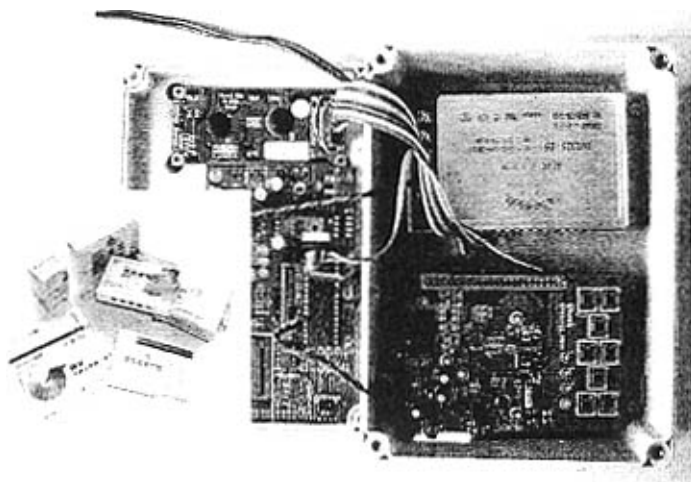


图 4.20 RFID 药品查询管理系统内部组成和带标签的药品图片

该系统目前可应用的范围包括:

1. 药品配送: 医院药房每天都要发放大量的药品, 又必须确保药品发放的正确; 本系统可以完成药品发放时的检测, 确保发放正确。

2. 自行查询: 病人在对所使用的药品有疑义时, 可以通过本系统进行查询。以获取所需信息, 包括用法用量、不良反应、注意事项等。

使用时, 接通电源, 系统即开始工作, 当有带有电子标签的药品进入系统的工作范围时, 阅读器读取信号送微控制器处理, 包括: LCD 实时显示, 信号解码, 根据解码结果选择语音代码段, 语音代码段解码, 音频播放等。所获取的信息通过 USB 上传到 PC 机, 在 PC 上显示该对应信息, 进行处理, 使用数据库进行管理。

RFID 药品查询管理系统是一个便携式设备, 主要用于对药品的查询检测。整个系统具有简洁、便利、成本低等特点。如果对其中的音频、Flash 存贮部分进行再改进的话, 可以获得更高的性能, 运用在更多一些场合。



图 4.21 操作 RFID 药品有声查询管理系统图

第五章 总结与展望

5.1 总结

RFID作为新一代全球商品识别技术正成为各国政府和公司关注的焦点。随着政府和企业对RFID产业的推动,预计我国2005年RFID试点应用将增加,市场规模将达到5060万元,而2006年RFID的应用将会形成气候,2007年RFID在物流行业的大量应用将出现,到2009年RFID应用进一步普及,预计市场规模将达到18亿元^[36]。从我国RFID应用的过程来看,RFID将首先应用于政府行业部门,其次才会在大型物流商与制造企业供应链管理中出现,最后随着标签价格的下降,RFID将在零售、防伪等行业得到大规模应用。

本论文在此背景下,研究了RFID技术的原理和相关理论,设计了RFID系统的阅读器,并实际开发了一个关于RFID的应用系统。论文研究方法上的特点是理论和实践相结合、软件和硬件研究相结合,主要完成的工作包括以下几个方面:

首先,简要介绍了RFID技术,阐述了RFID技术的发展历程、国内外发展状况、应用现状以及未来发展,对RFID技术的标准化状况进行了比较全面的介绍。

其次,研究了RFID技术的基本理论,如数字编码理论、数字调制方法;研究RFID技术的基本作用原理,如阅读器对应答器的能量供应、阅读器和应答器的数据传输;以及RFID系统中关于数据完整性和安全性的研究。

再次,对RFID阅读器部分进行了研究设计。针对台湾天宇公司的TN95P1311的无源电子标签,进行了读取电子标签的阅读器的设计。阅读器工作频率为13.56Mhz,数据波特率3Khz,根据不同类型的电子标签,读取距离不同,最大为5厘米,具有防碰撞功能,具有较好的连通性,性能稳定,稍加修改,可以应用于各种不同的领域。

最后,针对“RFID药品有声查询管理系统”项目,给出了一个具体的解决方案和样机模型。在这个方案中,将射频识别(RFID)与音频压缩技术相结合,构成一个试验性的RFID药品查询管理系统,不仅工作人员可以对药品进行管理,病人也可以对所使用的药品进行查询。RFID技术主要用于药品的识别,音频技术主要用于药品语音提示,目的是为了有效的避免发错药品,实现“不给任何偶然情况以机会”,从而确保了消费者用药安全。本设计提供了一个可供实用的样机,有关资料可供工程技术人员设计相关产品时参考。

样机,有关资料可供工程技术人员设计相关产品时参考。

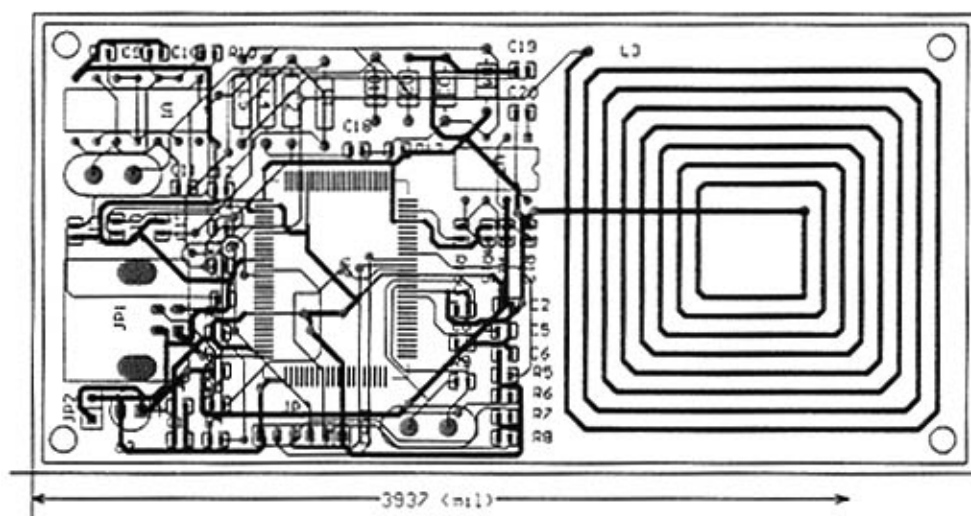
5.2 展望

本论文主要研究的是RFID技术的应用,在研究设计中做了一些可实用的方案设计。MCU及程序ROM可以更改,对应不同的系统可以下载不同的程序;系统硬件模块也可以针对不同的系统做相应的修改。在本文的基础上可以设计其他RFID系统,这些系统用于可考勤,电子车票,储蓄卡等均有较好的发展前景;还可以设计用于各种数据采集,集装箱标志,动物识别和跟踪,电子门锁防盗装置及工业自动化中多任务生产线管理等信息识别场合。

设计中存在的问题主要是速度比较慢,集成度较低,希望以后能够进行改进,使之能适应更多的应用领域。

由于作者学术水平有限,论文中难免有不妥和错误之处。诚恳希望得到各位专家、老师的指教和帮助,对此作者将深为感激。

附录 A 阅读器的 PCB 板设计



附录 B 攻读学位期间发表的学术论文目录

1. 陈冬萍, 黄勇, 赵俊逸. “基于 TN95P1311 芯片的电子标签阅读器设计”, 《单片机与嵌入式系统应用》, 发表于 2005 年 12 期
2. 张兰姣, 陈冬萍, 徐晋. “RFID 药品查询管理系统”, 《2005 上海市高校学生嵌入式系统创新设计竞赛获奖作品论文集》, 发表于 2005 年

参 考 文 献

1. “RFID 射频识别技术”简介与应用分析, EPC 与物联网高层论坛办公室, <http://www.sina.net>, 2004.10
2. 程晨著, 浅谈射频识别技术在中国的发展, 北京航空航天大学出版社, 2004.06
3. Klaus Finkenzeller 编著, 射频识别 (RFID) 技术——无线电感应的应答器和非接触 IC 卡的原理与应用 (第二版), 电子工业出版社, 2001.5
4. 赵昼辰 何伟 张晓华著, 射频识别(RFID)前端技术标准体系的简述, 中科院自动化所 RFID 研究中心, 2004.11
5. Berger, Dominik, Contactless smart card standard and new test methods, Smart Card Technologies and applications—second workshop on smart card technologies and application, IEEE Tagungsband, Berlin, 1998.11
6. ISO/IEC 18000 - RFID Air Interface Standar, <http://www.hightechaid.com/standards/18000.htm>
7. 言垂好裕著, 信息传输与编码理论, 科学出版社, 2002
8. 王育民, 梁传甲, 信息论与编码理论, 西安电子科技大学出版社, 1996
9. HF Antenna Design Notes Technical Application Report, Available at <http://www.ti.com/tiris/docs/manuals/appNotes/HFAntennaDesignNotes.pdf>, 2003.9
10. CRX14 Low Cost ISO 14443 type-B Contactless Coupler Chip with Anti-Collision, CRC Management and Anti-Clone Function, Available at <http://www.st.com/contactless>, 2005.2
11. SR176 13.56MHz Short Range Contactless Memory Chip 176 bit USER E EPROM and 64 bits Unique ID, Available at <http://www.st.com/contactless>, 2002.5
12. 张宗橙, 纠错编码原理和应用, 电子工业出版社, 2003
13. Andrews S. Ta nenbaun., 计算机网络, 熊桂喜王小虎等译, 北京:清华大学, 1999
14. 瞿中, 单片机通信中的 CRC 算法, 微机发展, 2001.4
15. 王世顺, 移动通信—原理与应用, 人民邮电出版社, 1999
16. Abramson, Norman, Multiple access in wireless digital networks, ALOHA Networks Inc, San Francisco. Available at

- <http://www.alohanet.com/sama/samatppr.html>
17. 高传善等译, 数据通信与网络教程, 机械工业出版社, 2000
 18. 倪昊, 电子系统的研究和开发, 中国科学院硕士论文, 2002 年
 19. 夏敦柱, 非接触式 IC 卡系统研究与开发, 安徽大学硕士论文, 2002 年
 20. 徐瑞文, 彭立忠, 陈姿伶编著, ET44 系列微控制器理论与实务入门, 全华科技图书股份有限公司, 2005.01
 21. 朱仁龙, 赵俊逸, 黄勇著, 基于 IP 设计的 8 位 SoC 微微器 ET44M210, 单片机及嵌入式系统应用, 2004.12
 22. 天宇微机电股份有限公司提供的 TAG 读取基本方法及技术资料, 2004.11
 23. RFID 原理及应用, e 科技专刊, 2004.11
 24. microIDTM 13.56MHz RFID System Design Guide, Available at <http://www.notinn.ru/smart/2199c.pdf>, 1999.7
 25. TDA8029 Low power single card reader, Available at <http://www.semiconductors.philips.com>, 2003.10
 26. 江思敏, 姚鹏翼, 胡荣等, protel 电路设计教程, 清华大学出版社, 2003.9
 27. 北京科瑞利华, 射频识别系统系列讲座(第 3 讲)——RFID 系统的性能指标, 中国工控网, <http://www.gongkong.com/tech/class/detail.asp?id=207>
 28. RFID 在医疗行业的四个方面应用, RFID 世界网, <http://www.rfidworld.com.cn/jswk/news/200552010948.htm>
 29. Soflet 胶囊防止药物假冒和窜改, RFID 中国论坛, http://www.rfidchina.org/index.php?option=com_content&task=view&id=792&Itemid=114
 30. 义统电子有限公司, ET83X431 芯片技术资料[Z]
 31. Dot Matrix Liquid Crystal Display Module LMC-SSC2A16-01 Serial user manual, <http://www.sdec.com.tw>
 32. 激战清, 李苏剑编著, 无线射频识别技术(RFID)理论与应用, 电子工业出版社, 2004.11
 33. 义统电子有限公司, USB 程序设计说明—基础篇, 2004.12
 34. 肖踞雄, 翁铁成, 宋中庆, USB 技术及应用设计, 清华大学出版社, 2003
 35. 王卓人, 王锋编译, 智能卡大全——智能卡的结构、功能、应用(第 3 版), 电子工业出版社, 2002.12
 36. 中国 RFID 产业链基本形成, 市场前景诱人, <http://biz.163.com>

后 记

在这篇硕士论文成稿之际，我的内心充满喜悦和激动。两年多的硕士学习与研究，在今天终于有了收获。

首先衷心感谢我的导师潘荫荣教授。在我攻读硕士学位的两年半里，在学习上对我的指导和督促，使得我顺利完成学业。感谢胡幼华老师对在我研究生生涯中对我学习上和生活上的给予的指点和关爱。

特别感谢黄勇教授。在整个毕业设计期间和论文撰写的过程中，一直得到黄老师的悉心指导。黄老师不但以他深刻的理论知识和丰富的实践经验在学术理论上、科研方法上给予了我精心指导，而且在生活上给予我无微不至的关怀和精神上的鼓励，使我无论在学业上还是思想、素质上都获得了长足进步。

感谢赵俊逸老师。在我学习生活中，给予的关心和帮助，赵老师严谨的治学态度，一丝不苟的工作作风使我受益匪浅，也是我学习和工作中的榜样。

感谢同学徐晋、詹汪华、熊小明、张兰姣，在过去的日子里，他们毫无保留的给予我许多帮助与鼓励，从而使得设计顺利的进行。

感谢师弟洪亮、王志佳在论文撰写过程中，提供的良好的实验室环境和氛围。

同时感谢台湾天宇公司总经理安中平先生，台湾义统电子股份有限公司总经理黄志国、义统中国区总工程师林志贤、工程师张管青，环群科技股份有限公司经理陈宏升、工程师曾忠玲先生等对此研究给予的技术支持和硬件提供，使本研究有一个比较圆满的结果和实用价值。

永远感谢我亲爱的父母和家人对我生活上无微不至的关怀和学业上巨大的支持。他们为我的成长所付出的心血是无法用语言表达的。没有他们的无私奉献，就不可能有我今天的成绩。

最后，感谢所有关心我的老师、同学和朋友。

作者：[陈冬萍](#)
学位授予单位：[华东师范大学](#)

参考文献(37条)

- 参考文献
- EPC与物联网高层论坛办公室 [“RFID射频识别技术”简介与应用分析](#) 2004
- 程晨 [浅谈射频识别技术在中国的发展](#) 2004
- Klaus Finkenzeller, 陈大才 [射频识别\(RFID\)技术--无线电感应的应答器和非接触IC卡的原理与应用](#) 2001
- 赵昼辰, 何伟, 张晓华 [射频识别\(RFID\)前端技术标准体系的简述](#) 2004
- Berger Dominik [Contactless smart card standard and new test methods, S mart Card Technologies and applications-second workshop on smart card t echnologies and application](#) 1998
- ISO/IEC 18000 - [RFID Air Interface Standar](#)
- 言垂好裕 [信息传输与编码理论](#) 2002
- 王育民, 梁传甲 [信息论与编码理论](#) 1996
- HF Antenna Design Notes [Technical Application Report](#) 2003
- CRX14 Low Cost ISO 14443 type-B Contactless Coupler Chip with Anti Collision, CRC Management and [Anti-Clone Function](#) 2005
- SR176 13.56MHz Short Range Contactless Memory Chip 176 bit USER E EPROM and 64 bits Unique ID 2002
- 张宗橙 [纠错编码原理和应用](#) 2003
- AndrewsS Ta nenbaun, 熊桂喜, 王小虎 [计算机网络](#) 1999
- 瞿中, 徐问之 [单片机通信中的CRC算法](#)[期刊论文]-[微机发展](#) 2001(4)
- 王世顺 [移动通信--原理与应用](#) 1999
- Abramson Norman [Mulitple access in wireless digital networks](#)
- 高传善 [数据通信与网络教程](#) 2000
- 倪昊 [电子标签系统的研究和开发](#)[学位论文]硕士 2002
- 夏敦柱 [非接触式IC卡系统研究与开发](#) 2002
- 徐瑞文, 彭立忠, 陈姿伶 [ET44系列微控制器理论与实务入门](#) 2005
- 朱仁龙, 赵俊逸, 黄勇 [基于IP设计的8位SoC微处理器ET44M210](#)[期刊论文]-[单片机与嵌入式系统应用](#) 2004(6)
- 天宇微机电股份有限公司提供的TAG读取基本方法及技术资料 2004
- [RFID原理及应用](#) 2004(11)
- microIDTM 13.56MHz [RFID System Design Guide](#) 1999
- TDA8029 Low power single card reader 2003
- 江思敏, 姚鹏翼, 胡荣 [protel电路设计教程](#) 2003
- 北京科瑞利华 [射频识别系统系列讲座\(第3讲\)--RFID系统的性能指标](#)
- [RFID在医疗行业的四个方面应用](#)
- [Soflet胶囊防止药物假冒和窜改](#)
- [义统电子有限公司 ET83X431芯片技术资料](#)
- [Dot Matrix Liquid Crystal Display Module LMC-SSC2A16-01 Serial user manual](#)
- 激战清, 李苏剑 [无线射频识别技术\(RFID\)理论与应用](#) 2004
- [义统电子有限公司 USB程序设计说明--基础篇](#) 2004
- 肖踞雄, 翁铁成, 宋中庆 [USB技术及应用设计](#) 2003
- 王卓人, 王锋 [智能卡大全--智能卡的结构、功能、应用](#) 2002

相似文献(10条)

1. 学位论文 [张润曦 超高频射频识别阅读器集成技术研究](#) 2009

传统的条形码技术曾经在自动识别领域引起深刻变革并已得到广泛应用,但有限的容量、需可视读取的要求及易被篡改等缺点使得它愈来愈无法满足当前人们对于大容量、高安全性自动识别的需求。当射频电子标签的价格逐渐降低至与条形码可比拟时,超高频射频识别系统以其较高的数据传输速率、较远的通信距离及灵活的编码系统得到愈来愈多的关注而逐渐成为一个研究热点。

超高频射频识别系统通常由标签、阅读器及数据处理终端构成。其中,作为无线数据传输桥梁的超高频射频识别阅读器一般采用离散元件以混合技术构建,设备成本高、功耗大、移动性差,很大程度上制约了超高频射频识别技术的进一步推广。随着混合信号集成电路工艺技术的不断成熟,过去两年中出现了以BiCMOS或CMOS工艺实现的低成本、低功耗、单芯片超高频射频识别阅读器,并逐渐成为超高频射频识别阅读器的技术发展方向。

本文研究了860-960MHz UHF波段CMOS单芯片超高频射频识别阅读器的实现,完成了从系统规划、电路设计到原型芯片测试的整个过程。

首先,根据EPC C1G2超高频射频识别国际标准,ETSI302208-1欧洲规范和中国超高频射频识别技术应用试行规定及本文所提出的正交直接变频无线收发机架构,分析多阅读器环境中接收、发射射频前端、本地频率综合器和基带等模块的指标要求,并通过系统仿真模型验证其正确性,作为电路设计的依据。

第二,研究阅读器接收路径存在大信号本地馈通时的线性度与噪声系数折衷策略。不同于仅注重“监听”模式下噪声系数或“读”模式下线性度的传统方法,提出了兼具低噪声、高线性度特点的三级紧凑式射频前端。采用该射频前端的接收机在“监听”模式与“读”模式下的噪声系数分别达到27dB、36dB,输入IP3达到13dBm。

第三,研究本地振荡信号路径在收、发两种工作模式时的相位噪声需求。提出了基于多重滤波技术低相位噪声压控振荡器和3阶3比特数字增量-总和调制器的小数分频频率综合器。芯片验证表明,锁相环各频带内噪声抑制明显,在距载波200kHz、1MHz的频偏处分别获得-92dBc/Hz与-125dBc/Hz的相位噪声,RMS相位抖动小于6.7pS,残留FM小于4.5kHz。

第四,研究超高频射频识别系统中标签背散射机制所导致的功率需求。结合所采用的直流耦合信号发射路径特点,提出了支持DSB-ASK,SSB-ASK,PR-ASK三种调制方式的可变增益多模发射前端。

第五,提出接收、发射基带数字可调节信道选择滤波器与可编程增益放大器。为适应不同速率的数据通信要求,接收基带滤波器带宽在0.3-1.3MHz范围内可变,内置5kHz反馈直流消除电路能同时满足链路建立时间与解调信噪比需要。

最后,基于上述系统、电路指标及设计技术,进行超高频射频识别阅读器芯片的流片验证。该芯片以IBM0.18μm CMOS工艺实现,总面积为4×4mm²,电源电压为3.3V,发射功率-4.4dBm时,总功耗为584mW。以Xilinx Virtex-4 xc4vx35FPGA、片外功率放大器与环形器等离散元件构建测试平台。当发射数据速率为T_{ari}=25μS时,输出信号频谱能够满足EPC C1G2密集阅读器环境的发射功率规范。当接收机输入端带内阻塞信号达-4.4dBm时,接收机灵敏度达到-65dBm,满足短距离便携式超高频射频识别应用的需求。

本论文研究受上海市科学技术委员会AM基金《便携式超高频射频识别接收机前端关键技术研究》(07SA04)资助。

2. 期刊论文 [陈敏, 殷瑞祥 RFID系统中阅读器碰撞问题的研究 -电脑与电信](#)2006,“(1)

本文主要介绍了阅读器碰撞问题:在时间上分配频率到射频识别(RFID)标签阅读器,以使它们彼此之间的干扰最小化。在RFID系统中,一个阅读器可能与其它阅读器的工作相干扰。阅读器之间的干扰主要有两种:频率干扰和标签干扰。所有由RFID阅读器的工作所引起的阅读器干扰都称作阅读器碰撞,这些碰撞必须避免,以保证阅读器与所有标签正确、适时地通信。此外,本文还定义了阅读器碰撞问题,并且给出了有关此问题的一些图形着色公式。

3. 学位论文 [韩益锋 射频识别阅读器的研究与设计](#) 2005

本论文系统地论述了超高频射频识别系统和阅读器的理论分析,研究了射频识别系统中的许多关键技术。在电磁波传播的地面双线模型基础上,建立了用于分析射频识别系统的室内电磁波传播模型,在理论上指出,由于周围环境反射引起的功率衰落效应,使得电子标签在空间某些点上不能获得足够的能量而无法与阅读器之间建立通信连接。在对射频识别系统的协议和无线电频谱规范进行分析的基础上,确定了阅读器射频前端的体系架构。阅读器的发射电路和接收电路都采用IQ直接变频的结构,这种结构能够兼容多种调制,并且易于升级。阅读器的反射电路用余弦滤波器抑制带外频谱,而接收电路可以用功率合成的方法消除的盲点效应。建立了射频识别的系统模型,进行了系统仿真,验证了理论的分析。针对阅读器的芯片设计进行了系统参数的优化,即在受限于阅读器接收机灵敏度的条件下,选取合适的阅读器发射功率,使得射频识别系统的工作距离达到相对最大。采用这些系统参数,设计并实现了部分模块的芯片。

4. 期刊论文 [陈敏, 殷瑞祥 RFID系统中阅读器碰撞问题的研究 -金卡工程](#)2005,9(4)

本文主要介绍了阅读器碰撞问题:在时间上分配频率到射频识别(RFID)标签阅读器,以使它们彼此之间的干扰最小化。在RFID系统中,一个阅读器可能与其它阅读器的的工作相干扰。阅读器之间的干扰主要有两种:频率干扰和标签干扰。所有由RFID阅读器的工作所引起的阅读器干扰都称作阅读器碰撞,这些碰撞必须避免,以保证阅读器与所有标签正确、适时地通信。此外,本文还定义了阅读器碰撞问题,并且给出了有关此问题的一些图形着色公式。

5. 学位论文 [冷舜 UHF频段射频识别阅读器射频前端及放大器设计](#) 2008

随着自动识别技术的发展,射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)技术逐渐兴起并逐渐成为自动识别技术的主流。

射频识别系统由电子标签和阅读器两部分组成。阅读器是RFID系统的不可缺少的设备,主要用于读出电子标签的相关识别信息并将该信息传输到上位机进行进一步的处理。本文的重点是研究射频识别阅读器的射频前端和放大器,讨论射频放大器的主要性能指标以及设计方法,结合计算机辅助设计进行大量的数据仿真并设计出实物。

本文首先对射频识别技术发展状况进行分析,介绍了射频识别技术原理、组成、相关技术标准以及关键;然后,本文介绍了放大器的一些基础设计内容如性能指标、线性化、稳定性、匹配网络和偏置网络,概述了射频放大器的一般设计方法。设计了阅读器的射频前端,并给出了相应的仿真数据和实验数据。

6. 期刊论文 [吕佩卓, 赖声礼, L\(U\) Pei-zhuo, LAI Sheng-li 混合TCP:RFID阅读器网络中的TCP方案 -科学技术与工程](#)

2007,7(3)

为提高RFID阅读器网络中移动阅读器数据传输的效率和节省其传输能量,提出了一个新的适合RFID阅读器网络的传输方案H-TCP。针对阅读器网络中的无线链路和有线链路,采用混合TCP链接传输,并针对RFID阅读器网络传输的数据以短数据包为主,以及CSMA/CA的单连接数据传输特性,在无线链路数据链路层采用ASR-ARQ,并在其传输层采用增强的慢启动策略,充分利用了无线链路的有限带宽,大大提高了TCP吞吐量和节省了移动阅读器的传输能量。

7. 学位论文 [王圣礼 超高频射频识别\(RFID\)阅读器的设计与实现](#) 2008

射频识别技术是利用无线信道实现双向通信的一种识别技术。近些年来,射频识别系统的应用领域日益扩大,现已涉及到人们日常生活的很多方面。相对于低频射频识别系统,超高频射频识别系统有着读取距离较远,阅读速度较快等优点,是目前RFID产品发展的热点。

论文介绍了RFID技术的研究背景以及RFID硬件设计技术研究现状,接着对RFID系统的组成及相关工作原理做了介绍,给出了一种基于正交调制解调的超高频射频识别阅读器的实现方案。接着就该阅读器的硬件设计进行了详细的介绍,具体包括射频收发前端,模拟基带和数字基带部分电路设计。射频部分电路包括频率综合器、正交调制器、正交解调器、功率放大器、定向耦合检波器以及模拟基带处理电路。另外,论文设计并实现了2.45GHz频段的阅读器射频前端。

数字基带电路部分采用嵌入式系统结构,以嵌入式ARM9处理器AT91RM9200作为主控模块,包括模数转换器、数据存储系统和自动功率控制电路等,并保留了串行接口和以太网接口,用以与上位机进行通信。同时,论文给出了另外一种解决方案,即采用EM4298编解码芯片实现的基带方案。

本论文所设计实现的超高频射频识别阅读器,工作频率为920MHz~925MHz,采用跳频方式工作,软件部分采用Linux操作系统,实现对射频标签的读写命令的编码和标签返回信号的解码等,同时控制发射机的发射功率和频率综合器的配置和跳频控制。经测试,本系统可以在6m范围内对标签实现良好阅读。

8. 会议论文 [赖晓铮, 赖声礼, 刘荣 反射调制式RFID阅读器研究](#) 2006

射频识别(RFID)技术是利用电磁感应或微波能量进行非接触的双向通信的自动识别技术[1]。UHF频段RFID系统主要采用反射调制(Back-Scattered)式通信方式[2][3],如图1所示:RFID阅读器将发射信号调制到载波上,发送给RFID标签,随后维持一段时间的连续无调制载波;标签从阅读器的发射信号和连续载波中获取能量,解调发射信号,并将返回信息调制到来自阅读器的连续载波上,反射给阅读器。本文还介绍了零中频载波电路的“盲点”问题等等..

9. 学位论文 [王斐 声表面波无源电子标签研究以及射频识别阅读器设计](#) 2009

声表面波(Surface Acoustic Wave, SAW)射频识别(Radio FrequencyIdentification, RFID)技术是一种新型的RFID,它以声表面波器件为核心,克服了传统以集成电路(Integrate Circuit, IC)芯片为核心的RFID设备在金属物体、液体、高温、强电磁干扰环境中不能正常工作等问题,并且具有无源、识

别距离远,能识别高速运动的物体等特点。

 本文主要围绕天津市科技支撑计划重点项目,新型声表面波射频识别RFID及无线传输系统的研究等项目展开研究,在延迟线型声表面波传感原理的基础上,研究设计了声表面波无源电子标签;在无线通讯的相关技术的基础上,设计了基于超高频的射频识别的阅读器。其主要内容包括:

 1. 分析了声表面波射频识别系统的工作原理,介绍了系统组成及其各部分功能。

 2. 基于声表面波传感技术的理论基础,研究并设计了声表面波无源电子标签,包括叉指换能器、压电基片和反射栅。

 3. 在对RFID系统的标准协议EPC Class1 Generation2进行研究的基础上,给出了一种基于零中频解调的超高频RFID阅读器的实现方案,设计了中心频率在915MHz的RFID阅读器硬件系统,包括射频收发模块和控制处理模块。

 4. 阅读器硬件几乎只完成了射频收发功能,其核心功能由软件实现。文中详细介绍了核心功能的实现,即功能处理软件。它是基于嵌入式ARM7处理器LPC2138平台和μC/OS-II嵌入式实时操作系统实现的。

10. 期刊论文 [陈子晏](#). [张润曦](#). [石春琦](#). [陈磊](#). [马和良](#). [赖宗声](#). [景为平](#). [CHEN Ziyang](#). [ZHANG Runxi](#). [SHI Chunqi](#). [CHEN Lei](#).

[MA Heliang](#). [LAI Zongsheng](#). [JING Weiping](#) 单片UHF RFID阅读器中频率综合器的研究 -[微电子学](#)2009, 39(1)
 根据EPC global C1G2射频协议要求以及我国的射频识别协议草案,提出了一种应用于860~960 MHz UHF波段单片射频识别(RFID)阅读器的3阶II型电荷泵锁相环(CPPLL)频率综合器,其输入参考频率为250 kHz. 电路采用MOSIS IBM 0.18 μm RF/MM CMOS工艺,仿真结果表明:锁相环输出频率范围为760 MHz~1.12 GHz,锁相环输出频率为900 MHz时,相位噪声为-113.1 dBc/Hz@250 kHz,-120.4 dBc/Hz@500 kHz. 电源电压3.3 V,消耗总电流9.4 mA.

引证文献(2条)

1. [张钟文](#) [第三方航空物流业务整合模型](#)[期刊论文]-[物流技术](#) 2009(4)
 2. [赵海军](#). [栾帅](#) [初探RFID在军队院校中的应用](#)[期刊论文]-[甘肃科技](#) 2008(24)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y895027.aspx
 授权使用: 石家庄学院(sjzxy), 授权号: c68605bb-dc58-4169-938c-9e3500afccd1

下载时间: 2010年11月21日